ATTI

DELLA

SOCIETÀ ITALIANA

DI SCIENZE NATURALI

E DEL

MUSEO CIVICO

DI STORIA NATURALE

IN MILANO

VOLUME XCIII

FASCICOLO I-II

MILANO

Giugno 1954

ELENCO DELLE MEMORIE DELLA SOCIETÀ

Vol.	I.	Fasc.	1-10;	anno	1865.
»	II.	»	1-10;	»	1865-67.
»	III.	»	1-5;	»	1867-73.
»	IV.	»	1-3,5;	»	1868-71.
»	V.	»	1;	»	1895 (Volume completo).
»	VI.	»	1-3;	»	1897-1910.
»	VII.	»	1;	»	1910 (Volume completo).
»	VIII.	»	1-3;	»	1915-1917.
»	IX.	»	1-3;	»	1918-1927.
»	X.	»	1-3;	»	1929-1941.
»	XI.	»	1;	»	1944.

Pavia — Premiata Tipografia Successori FUSI - Via L. Spallanzani 11 — 1954

ATTI

DELLA

SOCIETÀ ITALIANA

DI SCIENZE NATURALI

E DEL

MUSEO CIVICO

DI STORIA NATURALE

IN MILANO

VOLUME XCIII

Anno 1954

Milano 1954

STUDI SUL GLACIALE QUATERNARIO DELLA LOMBARDIA (*)

I presenti lavori sono il frutto di osservazioni eseguite durante parecchi anni dai singoli Autori. Il Consiglio Nazionale delle Ricerche (Comitato per la Geografia, Geologia e Talassografia) ha contribuito validamente sia con l'incitamento morale sia per mezzo di contributi finanziari per il completamento dell'opera e per la pubblicazione delle ricerche eseguite.

Giuseppe Nangeroni (Università Cattolica di Milano) ha lavorato sull'anfiteatro morenico del Verbano;

Arturo Riva (Sovico, Prov. di Milano) ha rilevato tutto l'anfiteatro del Lario; del lavoro compiuto, qui presenta solo una piccola parte perchè l'opera integrale verrà pubblicata dall'Istituto di Geologia dell'Università di Pavia;

Giuseppe Nangeroni e Roberto Pracchi (Università Cattolica di Milano) hanno rilevato il morenico quaternario dell'ambiente prealpino del Lario;

Orlando Vecchia (Politecnico di Milano) ha esaminato tutto il morenico del Lago d'Iseo, sia delle sponde, sia dell'anfiteatro.

Ringrazio il C. N. R. che è venuto incontro per questa opera, e ringrazio i Collaboratori che attraverso discussioni e sopraluoghi eseguiti in comune, hanno permesso che si potesse ragionevolmente giungere a conclusioni concordi, almeno nelle linee generali.

(*) Lavori eseguiti sotto gli auspici e con il contributo del **Consiglio Nazionale delle Ricerche,** *Comitato per la Geografia, Geologia e Talassografia.*

Ciascuno dei naturalisti che ci hanno preceduti con lavori analoghi per gli stessi territori ha portato il suo contributo, ciascuno ha costruito uno o più gradini della scala; anche se qualche gradino non ha potuto reggere al peso della critica, la scala è rimasta. Nessuno di noi ha la presunzione d'aver risolto i problemi del glaciale quaternario lombardo; tutt'altro. E abbiamo solo il desiderio che i nostri lavori costituiscano altri gradini per chi vorrà in seguito continuare su questa via con osservazioni analitiche più profonde e più acute e con sempre maggiori risultati.

GIUSEPPE NANGERONI

Milano, gennaio 1954.

Giuseppe Nangeroni

I TERRENI PLEISTOCENICI DELL' ANFITEATRO MORENICO DEL VERBANO E DEL TERRITORIO VARESINO

1. Il territorio collinoso verbano-varesino in rapporto con le invasioni glaciali.

Il territorio da me esaminato, per quanto riguarda le formazioni quaternarie, si estende per tutto il tratto dell'alta pianura padana che si adagia ai piedi delle prealpi, compreso tra i meridiani di Albiolo, ad oriente, e di Borgomanero ad occidente e tra i paralleli di Busto Arsizio a sud e di Porto Ceresio a nord. Interessa perciò il territorio di collina e d'alta pianura (territorio nazionale lombardo-piemontese) rappresentato in 15 tavolette dei Fogli 31 e 44.

In questa regione confluirono, uscendo dalle vallate alpine e prealpine, le fronti dei grandi ghiacciai quaternari provenienti dalle Alpi Lepontine e Retiche, cioè dalla grande cerchia alpina compresa tra il Gruppo del Monte Rosa e il Gruppo dell'Ortles-Cevedale, certamente formando un'unica barriera frontale di ghiacci nel periodo rissiano (e ancor più nella precedente glaciazione mindeliana), formando invece cinque fronti distinte nel würmiano: fronte del Cùsio, del Verbano, di Porto Ceresio, di Capolago e di Faloppia, oltre alle due interne, sopra Varese, della Valle della Rasa e della Valganna. Questa barriera frontale proseguiva ininterrotta ad oriente fino oltre Pontida e Carvico, appena al di là dell'Adda, in territorio bergamasco, per troncare, e riprendere solo in corrispondenza dell'Oglio-Sebino.

Ho escluso dalle mie osservazioni in questo lavoro il ghiacciaio del Lago d'Orta, per quanto costituente la lingua più estrema occidentale del grande ghiacciaio Ossolano-Ticinese, perchè esso mi è sembrato meritevole d'uno studio particolarissimo.

La natura litologica e la posizione del materiale morenico e degli erratici oltre che la morfologia e la topografia, ci dicono che

tutta la nostra regione fu nel dominio delle lingue glaciali derivate dalle imponenti colate della Val d'Ossola (Rosa, Sempione-Formazza), della Val Ticino e della Valtellina (Spluga, Màsino, Bernina, Grosina, Stèlvio, Ortles-Cevedale, versante nord delle Alpi Oròbiche). Con maggiore precisione bisogna dire che solo una parte di queste fronti estreme giungeva ad interessare il territorio nostro, e si può allora ammettere che le origini dei nostri ghiacciai fossero piuttosto tra Sempione e Spluga: le origini più occidentali interessarono la valle del Lago d'Orta, quelle più orientali, invece, la regione comasca: i serpentini di Malenco ed il ghiandone del Màsino si trovano solo, per quanto riguarda il nostro territorio, e anche quì in quantità scarsa, nell'ambito dell'anfiteatro comasco.

È attraverso la sella del Cèneri e quella di Menaggio (Gràndola) che in ogni periodo, i ghiacciai, rispettivamente Ticinese e Valtellinese, potenti oltre mille metri inviavano due lingue di trasfluenza nella regione del Cerèsio che, dapprima riunite, presto venivano, più a valle, dal Piambello e dal San Giorgio-Orsa, divise in tre lingue frontali: Valganna, Val d'Arcisate, mendrisiotto; mentre il Campo dei Fiori veniva a individuare, dalla grandiosa fronte verbana, la lingua della Valle Rasa che il Monte Màrtica a sua volta teneva separata dalla lingua di Valganna.

È solo nella parte orientale del nostro territorio che i tre grandi ghiacciai così derivati, del Verbano, del Ceresio e del Lario, riuscirono a riunirsi e saldarsi con le loro fronti o, nel würmiano, almeno ad avvicinarsi moltissimo; fronti convergenti verso l'Olona e provenienti da est quella lariana, dal nord quella del Ceresio e da ovest quella del Verbano.

L'insieme delle fronti nei periodi di maggiore espansione aveva quindi nella nostra regione l'aspetto, in planimetria, di un grande panneggio formato da tre festoni: quello del Verbano ad occidente, del Ceresio al centro, del Lario ad oriente.

Il rilievo montuoso prealpino del nostro territorio è caratterizzato non da catene ma da montagne separate tra loro da bassi valichi o addirittura da valli che s'incrociano.

Quindi le varie colate, trasfluendo sopra questi valichi poco elevati e percorrendo queste valli, venivano ad anastomizzarsi tanto da riuscire emergenti poche delle nostre cime. Anche nei periodi di massimo sviluppo, tuttavia, sempre si può parlare delle seguenti colate: Lago Maggiore, Valcuvia, val della Rasa, Valganna,

valle di Porto Ceresio (con le trasfluenze minori attraverso le selle del Tedesco e del Riazzo nella Val Ganna), valle di Capolago, valle Faloppia.

In periodi di sempre minore intensità il numero delle colate va in un primo tempo aumentando, per l'emergere di dossi collinosi prima seppelliti dal ghiaccio, ma poi va sempre più diminuendo per il definitivo ritiro dei ghiacciai.

I solchi che sboccano nell'alta pianura e dei quali la maggior parte ha origini molto antiche, sono, oltre a quello del Lago d'Orta, i seguenti: Verbano, Val Cùvia, Valle di Brinzio - La Rasa (una delle sorgenti dell'Olona), Valganna (l'altra delle due sorgenti dell'Olona), Valle di Porto Ceresio-Arcisate, Valle di Capolago-Stabio (in territorio svizzero), Valle Faloppia (prevalentemente in territorio italiano).

Tutta la estesa regione di collina che venne interessata dalle nostre fronti glaciali ha il sottosuolo diversamente conformato. A oriente del Verbano il fondo è rappresentato da un gran numero di dossi costituiti di rocce calcari-argillose che vanno dal trias all'eocene e di arenarie e conglomerati oligo-miocenici; la maggior parte di essi venne coperta completamente dalle formazioni quaternarie e solo una più recente erosione ne ha messo allo scoperto alcuni lembi; altri, invece, più elevati, rimasero sempre emersi ed oggi spiccano al di sopra dei depositi quaternari per la loro discreta altitudine e per le forme generalmente più ardite, pur essendo stati tutti (salvo il Monte Morone di Malnate), certamente coperti dai ghiacciai nei periodi e nelle fasi di massimo sviluppo.

A occidente del Verbano s'erge la catena del Mottarone, costituita essenzialmente di paragneiss e di graniti, oltre che di lembetti di porfidi permiani e di calcari triassici. L'altitudine fece sì che questa catena nei periodi di massimo sviluppo glaciale rappresentasse come un'enorme isola rocciosa circondata dalle lingue del Lago d'Orta e del Verbano derivate dall'unica colata ossolana, scissa in due dal massiccio, lingue le cui fronti riuscivano ancora ad avvicinarsi e a toccarsi almeno tra Briga e Borgomanero.

A sud del parallelo di Sesto Calende, nessun affioramento prequaternario emerge nè da alcun solco venne messo a nudo.

Salvo il Faloppia, che manda le sue acque al lago di Como (Cernobbio), tutte le acque dei laghi della nostra regione (anche

quelle del lago d'Orta) oggi scendono al Verbano, con tipica idrografia centrìpeta. Esistono però alcuni casi a tipica idrografia normale verso il sud in cui i fiumi seguono dei corsi ereditati dal rissiano (Agogna, Ticino, Arno, Olona), o che addirittura rappresentano vecchi sfioratori di laghi o di fronti würmiane (valle di Lentate) o che seguono valli che hanno una prima origine intermorenica.

Dei tre anfiteatri, quello di Como entra nel nostro territorio solo per l'estremo occidentale; quello di Porto Ceresio, al completo; così pure al completo entra quello del Verbano. Questo, ben più grandioso di quello di Porto Ceresio, è tagliato dal solco del Ticino, in misura molto ampia in corrispondenza delle cerchie più esterne (R.) molto meno, quasi a canôn, in corrispondenza delle cerchie più interne (W.).

L'Olona taglia le morene rissiane; ma solo per mezzo dei suoi affluenti Selvagna (sinistra), Bèvera (destra), Clivio (destra) riesce a interessare le morene W. sia nella cerchia più esterna (Selvagna, Clivio, Ranza o Lanza, Gaggiòlo, Quadronna a est), sia nell'interno delle cerchie (Bèvera). Vediamo poi come i terrazzi multipli del bacino dell'Olona sono collegabili con le successive fronti glaciali würmiane arretrate, solo in corrispondenza dell'affluente Bèvera; il che significa che il terrazzamento generale avvenne, come causa diretta per regressione glaciale e, indirettamente per adattamento degli alti solchi (Olona compresa) all'erosione della Bèvera.

Nel nostro territorio il quaternario è rappresentato da tutte le formazioni clastiche continentali (salvo, forse, le eoliche) che ad esso si sogliono riferire, e cioè dalle morene di quattro glaciazioni, dalle alluvioni dei corrispondenti periodi interglaciali (meglio forse anaglaciali) e dalle formazioni postglaciali, come da molte formazioni lacustri.

2. Cenni sui principali studi sul quaternario dell'anfiteatro morenico del Verbano.

Tra il 1800 e il 1850 siano nella « preistoria » della conoscenza geologica del quaternario lombardo; nè tanto l'Amoretti quanto il Breislack si possono chiamare i precursori di questi studi se non per delle ottime descrizioni dei terreni, e l'Amoretti anche per qualche ipotesi, per quei tempi certamente buona (ori-

gine del Verbano da escavazione fluviale). Bisogna giungere alla seconda metà del secolo XIX per vedere lavori condotti con rigore scientifico. Il primo è il Gastaldi che con i suoi lavori in collaborazione con il Martins giunge ai confini del nostro territorio in Piemonte (1854). Un bel lavoretto sia pure limitato al territorio di Sesto Calende, ma con idee già moderne, è quello dello Zollikofer (1854).

L'Omboni è forse il primo più importante ricercatore delle formazioni moreniche nella Lombardia occidentale (1859-60-61); naturalmente non riconosce che una sola glaciazione; di più ritiene che le alluvioni antiche siano state depositate dai ghiacciai quasi come fluvio-glaciale e che le morene ricoprenti le stesse alluvioni antiche non siano che una testimonianza della ulteriore avanzata degli stessi ghiacciai in una immediata successiva fase; nei primi lavori è ancora attaccato al «mare glaciale», teoria che peró abbandona presto.

Negli stessi anni il De Mortillet porta un notevole contributo a questi studi, non solo per la regione del Sebino, ma anche per la nostra e con il Gastaldi dimostra la natura semplicemente fluviale delle alluvioni antiche e perciò la differenza cronologica tra queste e le sovrapposte morene, ritenute ancora effetti d'una sola glaciazione. La sua precisione nelle osservazioni e la sua logica nelle sempre cortesi discussioni servono a mettere l'Omboni sulla via che a noi oggi sembra più giusta. Un piccolo contributo porta il Gastaldi sullo studio della preistoria nelle torbiere dei dintorni di Arona; un altro porta il Gentilli (1866), che approfittando del traforo della galleria ferroviaria di Vergiate, informa delle pieghe nei depositi morenici della cerchia morenica di Vergiate (il nostro II gruppo würmiano).

Arriviamo così al 1876, anno in cui escono le prime dispense di Stoppani sull'«Era Neozoica»: ancora una sola glaciazione, ancora il «mare glaciale», ma un'enorme quantità d'altre osservazioni utili per i ricercatori che lo seguono. Nello stesso 1876 Taramelli pubblica il bel lavoro sul «ferretto» di Lombardia; lavoro apparentemente molto strano perchè si associano idee sorpassate a idee attuali. Forse nonostante le sue personali vedute, che gli scappavano fuori ogni tanto, non osava andar contro alle idee del suo grande Maestro. Così sul «ceppo» ha idee molto precise come struttura, ma mentre alcune volte lo chiama «pliocenico» altre volte lo dice «interglaciale».

Sotto il ceppo vede delle argille che chiama «lacustro-glaciali» corrispondenti dunque al nostro Günz; il ferretto è interpretato nettamente come «una formazione marino-glaciale», e perciò sorvolando sul «marino», rimane pur sempre l'interpretazione d'una seconda glaciazione; non solo, ma poi parla delle cerchie più esterne di Carnago, ecc., che oggi noi riteniamo una facies morenica del Mindel, ma che egli pare volesse interpretare come morene d'una glaciazione posteriore a quella del «ferretto» nettamente continentale e che perciò noi oggi diremmo rissiana. Sembra perciò di vedere oramai abbozzate le 4 glaciazioni. Ma in seguito negherà la facies morenica del ferretto e non parlerà più delle argille lacustro-glaciali sottostanti al ceppo.

E il Corti, allievo del Taramelli, nel 1892 esplicitamente dirà che le argille e le morene sotto Bizzòzero, che in modo evidentissimo sono sottoposte al tipico «ceppo», non sono sottoposte ma «giustapposte», e perciò non anteriori al ceppo; e spiega le numerose sorgenti del luogo come determinate dal contatto della molassa con il sovrastante ceppo.

Nello stesso anno 1892 esce il lavoro completo del Sacco sull'anfiteatro morenico del Lago Maggiore. Se in molti punti noi dobbiamo oggi dissentire, non si può negare che Egli abbia esplorato profondamente tutta la regione: la carta geologica è buona e, per ciò che riguarda il quaternario è quasi superiore a quella del Taramelli del 1903 e fors' anche a quella ufficiale italiana (Foglio Varese; 1932). Però molte inesattezze: ritiene «ceppo» alcuni lembi di conglomerato oligo-miocenico, o altri di alluvione recente; ritiene «plioceniche» alcune argille moreniche sottostanti al ceppo; riunisce le formazioni moreniche in un sol periodo. Certo confrontandolo col lavoro del Taramelli del 1876, si può pensare ad un regresso, ma rispetto al Taramelli 1903 non v'è molta diversità.

Una pietra miliare in questo campo è posta dallo Stella (1895): appare la distinzione (già accennata tre anni prima dal Sacco) dei tre Diluvium in antico (ferretto), medio e recente, ciascuno, secondo lo Stella, accompagnato dalla rispettiva facies morenica. Nel 1903 Taramelli pubblica il suo poderoso lavoro «*I tre Laghi*». Oramai la pluralità delle glaciazioni era un fatto quasi acquisito. Ed è certo solo perchè oramai la vista del grande Maestro veniva sempre meno, e perchè lo spirito critico diven-

tava sempre meno accondiscendente che, nonostante debba essere dichiarato il primo che intravvide la distinzione in per lo meno tre glaciazioni, non osò per allora sottoscrivere in pieno alle idee del Penck.

Nel 1909 esce la grande opera del PENCK e BRÜCKNER con numerose testimonianze delle 4 glaciazioni nel quaternario. Lo stesso Penck però, venuto in Italia in una scorribanda un po' troppo rapida, non ha avuto modo di controllare scrupolosamente le sue opinioni con la realtà, almeno nella nostra regione. Dà qualche cenno sulla distinzione tra morene rissiane e morene würmiane e altri cenni sulle morene del ferretto.

Nel 1910 il TARAMELLI in sua esauriente relazione generale alla Soc. It. Progr. Sc. (Napoli) espressamente dice di preferire alla classificazione del Penck, la divisione dello Stella (2 glaciazioni certe e cioè quella del ferretto e la recente; una probabile, cioè la intermedia).

Nel 1914-15 il nostro territorio è visitato dal LEVY allo scopo, sembra, di vedere se anche qui era possibile applicare lo schema del Penck. Riesce a individuare quattro tipi cronologici di formazioni moreniche o assimilabili a queste: Günz sarebbe la parte inferiore del « ceppo » (ma non porta alcuna sezione attendibile, anzi, in qualche punto ho l'impressione che abbia preso per « ceppo » inferiore il conglomerato oligo-miocenico); poi vi sarebbero le morene del ferretto antico; poi le morene del ferretto più recente (e non mi riesce di comprendere come possa distinguere queste dalle precedenti); poi le morene antiche (= altmoränen), sincronizzabili con le nostre rissiane; poi le morene recenti (= Jungmoränen = Würm). Si tratta perciò di 5 glaciazioni? Quanto alle alluvioni, oltre al ceppo e alla facies alluvionale del ferretto (che divide in ferretto antico e ferretto recente), distingue le alluvioni antiche (= älterer schotter), giustapposte o sottoposte alle morene antiche (= Riss), e parallelizzabili con il nostro Diluvium Medio, dalle alluvioni recenti (= jüngster schotter), che sono il nostro Diluvium recente. Nell'insieme, salvo la suddivisione del ferretto alluvionale e morenico in due tempi, e alcuni particolari, i risultati furono buoni; peccato che non abbia accompagnato le sue pagine con una carta del quaternario.

Si giunge così al rilevamento ufficiale compiuto dal NOVARESE (1927). Il Novarese: non riconosce come morenico il ferretto in nessuna sua parte; estende i limiti del morenico recente, ad

occidente, nel territorio nettamente ferretto; viceversa accorcia i limiti del morenico recente ad oriente, dove morenico recente c'è; non riconosce la distinzione tra morene rissiane e würmiane; naturalmente non parla del Günz.

In quegli stessi anni io, insegnante di Scienze Naturali a Varese, non informato che altri, ben più innanzi di me, stavano ufficialmente rilevando il territorio, e solo avendo per guida diretta i «Tre Laghi» del mio compianto Maestro, Taramelli, andavo compiendo sopraluoghi dovunque si presentasse qualche sezione, nuova o vecchia, senza preconcetti, in quanto non conoscevo la letteratura. Ho visto, poi, questa; ho controllato le interpretazioni precedenti con le mie per quei pochi profili noti dalla bibliografia, veramente pochi rispetto a quelli che mi fu possibile vedere; e così uscirono nel 1929-30 due miei volumetti, con carte schematiche al 50 mila e con tavole di profili riguardanti il territorio da Casanova Lanza ad Angera (3 tavolette).

In quei lavori: riconobbi il Günz effettivo; riconobbi nel ferretto una facies morenica; riconobbi la distinzione tra Riss e Würm, ma non riuscendo a trovare una testimonianza stratigrafica, per alcun tempo dopo dubitai di questa distinzione. Questi i dati che ritengo positivi. Dati, invece, negativi: ho in quegli anni riunito in un sol tutto, senza però che ne andasse di mezzo la ricostruzione dell'insieme, il vero «ceppo» con altri conglomerati e ghiaie senza dubbio più recenti; interpretai come III interglaciale il Diluvium Medio che oggi invece riconosco come II interglaciale.

Così si giunge alla pubblicazione della mia carta geologica al 100 mila della Provincia di Varese e, nello stesso anno (1932), alla pubblicazione della Carta Geologica Ufficiale del R. Ufficio Geologico *Foglio Varese*, nella quale il ceppo non viene distinto dal ferretto (= «Depositi prewürmiani ferrettizzati e banchi di ceppo»), nè, naturalmente, il Riss dal Würm e dal Günz (= Morenico e cordoni morenici del würmiano, ecc.), nè il Diluvium Medio dal Diluvium Recente (tutto unito come «Depositi prewürmiani terrazzati»).

Nel 1936 Sacco pubblica su «L'Universo» un lavoro di divulgazione sul «*Glacialismo Lombardo*».

Le presenti pagine sono il frutto d'una grande quantità di sopraluoghi e del confronto delle sezioni osservate con le opinioni

dei geologi e geografi che di queste questioni si sono interessati ex-professo.

Uno dei maggiori dubbi che mi fece molto pensare fu questo: tutti gli autori asseriscono che la glaciazione più estesa fu la rissiana. Ora, nel mio territorio, come anche in tutti gli anfiteatri italiani, il morenico più esterno è quello fortemente ferrettizzato, quello cioè delle Groane, delle Vaude, ecc. Perciò bisognava ripudiare l'ipotesi, espressa dai nostri geologi del quaternario, che il morenico ferrettizzato fosse Mindel, e ringiovanirlo al Riss. In tal caso, poichè non potevo rinunciare ad una glaciazione precedente al ferretto, dimostrata dal morenico sottoposto al vero «ceppo» (vero per me significa: sottoposto al ferretto tipico), per attenermi allo schema del Penck, avrei dovuto interpretare: tutte le cerchie moreniche superficiali costituite di materiale poco o nulla alterato, come testimonianza del Würm; il ferretto tipico morenico come testimonianza del Riss; e il morenico sottostante al «ceppo», quale Mindel. Perciò impossibilità di riconoscere il Günz.

Ora, la presenza dei profili sicuri di morenico recente un pò esterno sulle sponde terrazzate del Ticino, di fluvio-glaciale sulle sponde terrazzate dell'Olona, di morenico sovrapposto ad alluvioni recenti nei cordoni un po' interni, mi hanno dato la chiave per la distinzione stratigrafica e cronologica dei cordoni in due gruppi: quello interno, certamente würmiano, e quello esterno, naturalmente rissiano; perciò il ferretto non può essere che Mindel; e quanto sta sotto il ceppo non può essere che Günz.

Rimangono certo ancora angoli oscuri; sono numerosi ma di poca importanza, io penso, almeno per lo schema generale; per risolvere i quali sono necessarie tre cose soprattutto: una maggiore quantità di nuovi profili naturali; obbligatorietà della consulenza geologica quando si tratti di perforazioni d'una certa importanza; necessità d'un *Istituto del Quaternario*, in cui siano rappresentate tutte le scienze che servano, almeno direttamente, alla spiegazione dei fenomeni naturali e antropici del quaternario, dalla paleontologia umana alla geologia, alla botanica, alla geografia fisica; Istituto di cui mi sembra di vedere un abbozzo preliminare nella nuova pubblicazione *Quaternaria*, diretta da

A. C. Blanc, alla quale auguro una vita attiva, fatta di estesa collaborazione.

N. B. - Nella nomenclatura dei periodi glaciali mi sono attenuto a quella oramai tradizionale introdotta dal Penck; per la nomenclatura delle formazioni fluviali ho invece preferito, in genere, quella usata dallo Stella. È poi necessario aggiungere che per *ceppo* intendo solo il conglomerato immediatamente sottostante al ferretto o a quello collegabile; e che per *ferretto* intendo solo il materiale alluvionale e morenico estremamente ferrettizzato, omologabile, come vedremo al Mindel. Conservo perciò per questi due termini il significato geologico oltreche litologico normalmente dato dai precedenti autori e da alcuni abitanti dei luoghi.

BIBLIOGRAFIA FONDAMENTALE

CORTI B. - I terrazzi dell'Olona, *Corriere della Domenica, 1892, Como.*

CORTI B. - Di alcuni depositi quat. lomb., *Atti Soc. It. Sc. Nat., Milano, 1894.*

CURIONI G. - Geologia, *Hoepli, Milano, 1877.*

GASTALDI B. - Cenni su alcune armi di pietra e di bronzo, ecc., *Atti Soc. It. Sc. Nat., Milano, vol. III, 1861.*

GENTILLI A. - Sopra un fenomeno del terreno glaciale di Vergiate, *Atti Soc. It. Sc. Nat., Milano, vol. IX, 1866.*

LEVY Fr. - Die eiszeitliche Vergletscherung der Südalpen swischen Dora Riparia un Etsch, *Zeitschrift für gletscherkunde, vol. IX, 1914-15.*

LOMBARDINI E. - Proposta di studi sui terreni, sulle sorgenti e sulle acque potabili della pianura milanese, *Giornale dell' ingegnere architetto, anno VI; R. Ist. Lomb. Sc. Lett. 1858.*

LOMBARDINI E. - Studi sull'origine dei terreni quaternari di trasporto, *Mem. R. Ist. Lomb., vol. VIII, 1861.*

MARTINS - GASTALDI - Essai sur les terrains superficiels de la vallée du Po aux environs de Turin, *Bull. Soc. Géol. de France, 1850.*

MORTILLET G. (DE) - Carte de anciens glaciers du versant italien des Alpes, *Atti Soc. Ii. Sc. Nat. Milano, vol. III, 1861·*

MORTILLET G. (DE) - L'epoque quat. des la vallée du Po, *Bull. Soc. Géol. France, vol. 31, 1864.*

NANGERONI G. - Rilevamento geologico del territorio della Prov. di Varese; tavolette, Malnate, Varese, Angera, *R. Ist. Tecn. Varese, 1929-30.*

NANGERONI G. - Carta geologico-geognostica della Prov. di Varese, *R. Ist. Tecnico, Varese, 1932.*

NANGERONI G. - Nuove osservazioni sul morenico Günz nella Lombardia estrema occidentale, *Atti Soc. It. Sc. Nat., Milano, vol. 89, 1950.*

NANGERONI G. - Il significato geologico delle sabbie-ghiaie terrazzate nella media valle dell'Olona, *Boll. Soc. Geol. It., vol. 69, 1950, Roma.*

NANGERONI G. - La formazione Günz nel territorio varesino-Verbano, *Geologica Bavaria, n. 19, Monaco, 1953.*

NOVARESE V. - Gli apparati morenici würmiani, del Lago Maggiore e del Lago d'Orta, *Boll. R. Uff. Geol. It. vol. 52, 1927* N. *8.*

OMBONI G. - Sullo stato geologico dell'Italia, volumetto, *Milano, 1856.*

OMBONI G. - Sul terreno erratico della Lombardia, *Atti Soc. It. Sc. Nat., vol. II, 1859-60.*

Omboni G. - I ghiacciai antichi e il terreno erratico di Lombardia, *Atti Soc. It. Sc. Nat., Milano, vol. III. 1861.*

Penck e Brücner - Die Alpen in Eiszeitalter, *Lipsia, 1990.*

Sacco F. - Il Margozzolo, *Boll. C. A. I., N. 51.*

Sacco F. - L'anfiteatro morenico del Lago Maggiore, *Annali R. Acc. Agric. Torino, vol. 35, 1892.*

Sacco F. - Il glacialismo lombardo, *L'Universo, Firenze, Anno XVII, 1936*, N.ri *8-9-10.*

Saibene C. - L'anfiteatro morenico di Faloppia, *Boll. Comit. Glaciol. It., Torino, 1952.*

Salmoiraghi F. - Su alcuni terreni alluvionali di Vizzola Ticino, ecc., *Atti Soc. It. Sc. Nat., Milano, vol. 47, 1908.*

Stella A. - Sui terreni quaternari della valle del Po, ecc., *Boll. R. Comit. Geol., Roma, 1895.*

Stoppani A. - L'era neozoica, *1876-1880.*

Taramelli T. - Alcune osservazioni, ecc., *Atti Soc. It. Sc. Nat., vol. XIX, Milano, 1877.*

Taramelli T. - I tre laghi, *Milano, 1903.*

Taramelli T. - Il periodo glaciale in Italia, *Atti Soc. It. Progr. Sc. Napoli 1910, Roma 1911.*

Zollikofer - Géologie des environs de Sesto Calende, *Bull. Soc. Vaud. des Sciences Nat., 1854.*

3. Il quaternario preglaciale.

Sicure testimonianze di alluvioni preglaciali di fiumi che avrebbero percorso la nostra regione appena dopo il ritiro del mare pliocenico per sollevamento della terraferma, non si trovano. Troviamo tuttavia dei lembi di alluvioni compatte, ben cementate, non sovrastanti, a quanto si può scorgere, ad alcun deposito morenico, che si potrebbero riferire all'immediato preglaciale e parallelizzabili quindi con la parte più profonda del «ceppo» di Paderno d'Adda e dello sbocco delle valli bergamasche. Tali ad esempio, la compatta breccia di calcare e selci locali, su cui sorge Caravate, assolutamente priva di elementi cristallini, nella regione collinosa; e un conglomerato che si trova alla base di una cava di ghiaia, lungo la scarpata della Valle dell' Olona tra Gorla Maggiore e Gorla Minore. Qui, infatti si osservano, come vedremo, quattro formazioni sovrapposte: in alto, in piccolo spessore, l'alluvione fresca del piano generale terrazzato; più sotto, circa 15 metri di conglomerato, alquanto cementato, che io ritengo come il normale « ceppo » del I interglaciale; ancora più sotto, 10 metri di una alluvione un po' alterata e fangosa, incoerente, che rappresenta forse la facies fluviale del Günz in pianura; alla base, due metri di un conglomerato molto compatto, che potrebbe esser quello preglaciale.

La scarsità di queste formazioni va ricercata nel fatto probabile che la nostra regione nell'immediato postpliocene divenne regione di quasi assoluta erosione per un forte sollevamento, valutabile a circa 500 metri.

4. La formazione Günz.

Il territorio più tipico per osservare le formazioni attribuibili con certezza al Günz, è quella specie di ondulato altopiano sui 400 m dalla forma di irregolare scudo emergente, compreso tra Varese, Lozza e Folla di Malnate, che può essere chiamato altopiano di Bizzòzero.

L'erosione dell' Olona e dei confluenti Vellone e Selvagna hanno messo a nudo, talora in vera parete e in alcuni punti per oltre 100 metri di altezza, la struttura dell'altopiano, e i profili sono numerosi anche se non sempre completi. L'altitudine dell'altopiano corrisponde, solo altimetricamente, all'altitudine dei terrazzi del Diluvium medio.

La superficie ondulata è essenzialmente costituita di morenico, certamente non fresco, ma neppure molto ferrettizzato (Cascine Guaralda, Bustecche, Vigna, ecc.). Dalla Cascina Vigna scendendo verso l'Olona, prima si trova il morenico di cui si è detto: qui non esistono profili netti, ma esistono nelle vicinanze, e trattasi, come vedremo, di morenico Riss. Appena più sotto si osservano caratteristici e numerosi profili di morenico molto ferrettizzato: è la base del *Mindel* morenico. Più sotto sta la tipica formazione alluvionale cementata del «ceppo» per uno spessore di 20-30 metri, che nella parte più bassa (presso la Grotta di

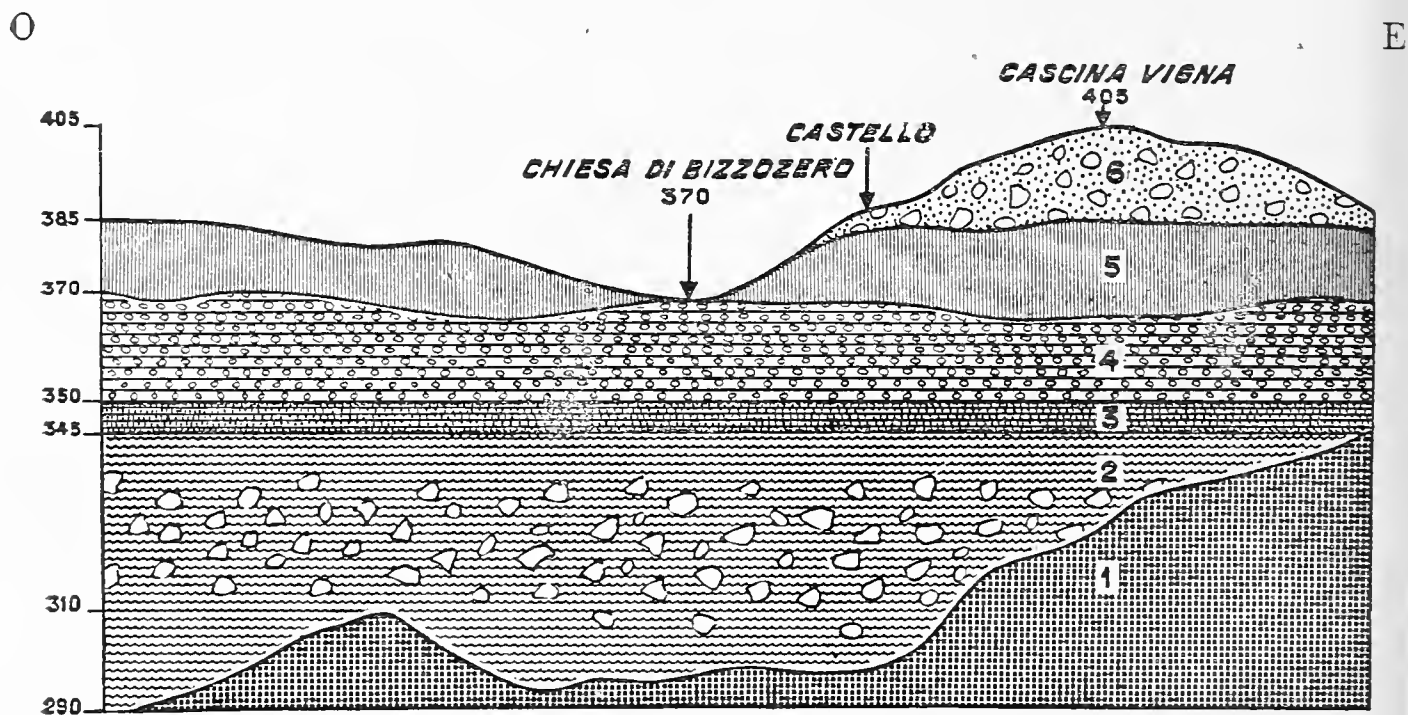



Fig. 1 — *Sezione lungo l'Olona (sponda destra) sotto Bizzòzero.* 1. Dossi (seppelliti) di molassa oligo-miocenica; 2. Morenico Günz con molta argilla; 3. Alluvione sciolta, un pò alterata, ricca di acque; 4. Alluvione cementata (= ceppo tipico); 5. Morenico Mindel (= Ferretto); 6. Morenico Riss (poco alterato).

Lourdes e sotto il Castello) si mostra poco cementato e un po' alterato: è un'alluvione certo anteriore al Mindel. Ancora più sotto (Lavatoio, Acquedotto, ecc.) si osservano strati di argilla azzurrognola e rossigna, con ciottoli certamente morenici (bellissime striature nei calcari; disposizione caotica) e vero e proprio materiale morenico, sempre immerso in fangosa argilla: è il morenico *Günz*, che a sua volta poggia su uno scoglio di marne *oligo-mioceniche*. Sul fondovalle, appena al di là dell'Olona, da circa 290 m. fin sotto le più basse case di Gurone (di fronte a

Bizzòzero) affiorano delle argille azzurre, un tempo sfruttate per laterizi. Sacco le ha interpretate plioceniche; ma esse non hanno mai dato fossili, neppure microscopici (se non diatomee di clima freddo, esaminate dal Corti), mentre in esse vi ho trovato qualche, sia pur raro, ciottolo striato. Il Günz di sotto Bizzòzero sale verso nord, fin quasi al ponticello presso il Manicomio, sopraelevandosi altimetricamente, quindi, rispetto al «ceppo» e al Mindel (bei profili lungo l'alta Valle Bustecche).

Il «ceppo» che abbiamo visto fascia quasi tutto l'altopiano e rappresenta un buon orrizzonte, visibile in quasi tutte le vallette scavate nell'altopiano e riscontrato nelle trivellazioni dei pozzi; il ferretto Mindel che sta sopra il ceppo e che sotto Cascina Vigna sostiene il morenico Riss, a sud di Bizzòzero affiora in superficie per quasi tutti i dossi pianeggianti compresi tra la Cascina Marcolina, Lozza e Bizzòzero, perchè fuori dei limiti della glaciazione Riss; altrove, invece, per le più diverse cause, manca e allora si vede il morenico Riss poggiare direttamente sul «ceppo» o sulle formazioni precedenti.

Nel profilo di Bizzòzero la sottoposizione del ceppo al ferretto Mindel è evidentissima; evidente e ovvia, ma non evidentissima, la sottoposizione del morenico, di cui si è detto, al ceppo. Si potrebbe cioè pensare che sia morenico recente (tanto apapre fresco!) giustapposto al ceppo, anzichè sottoposto, e che le numerose sorgenti siano in rapporto con affioramenti nascosti di marne mioceniche su cui poggi direttamente il ceppo. E così infatti pensò il Corti, senza però aver mai visto da vicino il profilo, essendo egli transitato per la strada carrozzabile invece di seguire il filo del ripido torrente. Ma, sia la posizione topografica (troppo all'esterno rispetto alle morene recenti; ecc.), sia, soprattutto la presenza in altre località vicine di profili meno completi per la parte alta, ma evidentissimi quanto a sottoposizione di morenico a ceppo, sono buoni argomenti in favore dell'antichità di questa formazione. Ad ogni modo per maggior sicurezza ho hatto eseguire lo scavo d'una trincea dove presumilmente vi era il contatto tra ceppo e ciò che sta sotto e il risultato diede ragione alla mia interpretazione, che d'altronde mi sembra ovvia. La sezione ha dovuto oggi venire coperta per evitare franamenti del ceppo su cui stanno delle case; ma in qualunque momento è possibile mettere a giorno la sezione eseguita. Chi dubita e desidera sciogliere il dubbio non ha che recarsi sul posto possibilmente in Febbraio o Marzo, prima che si svegli la rigogliosissima vegetazione.

Il Dr. Beck di Thun visitò con me vent'anni fa questo profilo; ma allora la fascia di Mindel sovrastante non era ancora visibile; perciò egli interpretò come alluvione recente il mio «ceppo» e perciò come Riss il mio Günz. Al Congresso dell'Inqua a Roma, dopo la mia relazione in proposito, senza opporre altri argomenti se non la mancanza di Günz nella Svizzera, precisò che secondo lui, il mio Günz era Mindel; così si espresse anche recentemente per iscritto in seguito ad una richiesta di precisazione, della qual cosa molto lo ringrazio, pur dissentendo per gli evidenti motivi espressi sopra.

Lungo la linea ferroviaria che conduce da Varese a Malnate (tra il Vivirolo e il ponte sul T. Gaggione) si possono osservare alcuni profili significativi. All'altezza della linea, e poco sopra, si osserva un deposito morenico ricco di ciottoli striati, impregnato di argilla. Sopra, senza possibilità di dubbio, sta il ceppo, ed il contatto è segnato anche da frequenti fili d'acqua. Sopra il ceppo sta il morenico d'una cerchia rissiana. Il Mindel venne probabilmente asportato dall'erosione torrentizia del II interglaciale e, forse ancor più, dall'erosione glaciale rissiana.

Dal morenico Günz della linea ferroviaria si scende al torrente Vellone, tra vallecole e spuntoni dovuti al continuo franamento: il terreno è un miscuglio di argilla rossigna, di sabbie giallognole più o meno cementate, di argille azzurre, di blocchi di ceppo, di erratici, alcuni dei quali superiori a 1-2 metri di diametro: tutto materiale in sfacelo, come in continuo slittamento e abbassamento si mostra il tracciato della linea (ora si stanno costruendo muraglioni di difesa attraversati da ponti-gallerie per lo sfogo dello acque).

Continuando verso il ponte ferroviario sul Gaggione, il ceppo diminuisce visibilmente sempre più di spessore, mentre il morenico Riss diventa anche più appariscente, perchè in scarpata (grossi erratici), fin che al ponte ferroviario (che poggia alle due estremità sulle marne oligo-mioceniche) anche il ceppo è scomparso; perciò qui, sopra il ponte, una ripida scarpata a nudo (ex-cava di ghiaia) ci mostra: alla base, poggiante sul miocene, un morenico fangoso, fresco, del tutto simile a quello che più a monte abbiamo visto stare sotto il ceppo: più sopra, 8-10 metri di morenico con grossi erratici, parzialmente alterato, continuazione di quello che più a monte abbiamo visto essere sovrastante al ceppo. Perciò non è assurdo concludere: günz alla base, riss

in alto. Anzi, vi è un punto situato lungo un sentiero sopra l' *a* (talvolta Malnate) di Gaggione dove vi è un contatto di giustapposizione del Riss al Günz, secondo le facies viste sopra.

Di fronte a questo tratto, sulla sponda sinistra del Vellone (piano Osteria Belvedere sotto Belforte), vi è un profilo di 30 metri che è completo per il günz: argille alla base, lungo il torrente, dalle quali ho estratto qualche raro piccolo ciottolo striato; più in alto, argille sabbiose rossigne, in strati regolarmente orizzon-

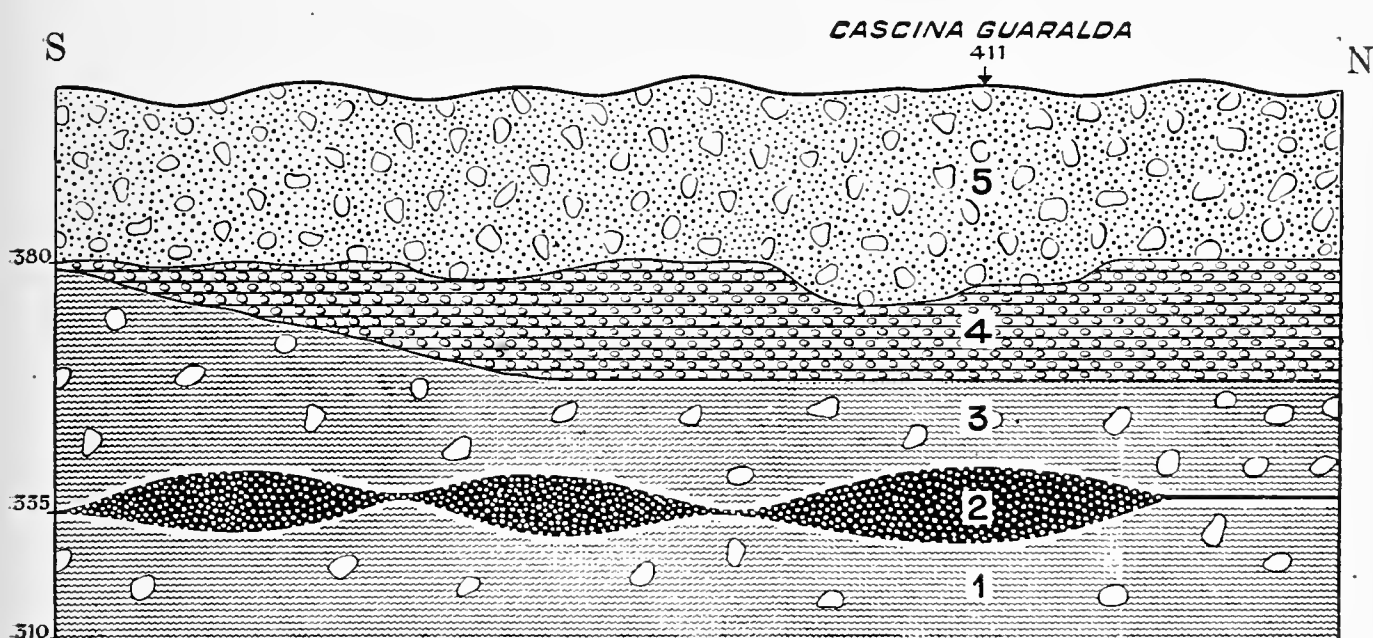



Fig. 2 — *Sezione lungo il Torrente Vellone* (Sponda destra: linea Ferrovia Nord).
1. Argille azzurre con rari piccoli ciottoli striati; 2. Sabbie giallognole a stratificazione incrociata; 3. Morenico tra molta argilla (Günz); 4. Alluvione cementata (= Ceppo); 5. Morenico Riss.
L'assottigliamento del ceppo si può seguire molto bene fino al completo annullamento a sud (Ponte sul T. Gaggione) dov'è visibile la differenza tra i due tipi di morenico sovrapposti.

tali come le precedenti argille; più in alto ancora un banco di sabbie giallognole, in qualche punto compatte, con stratificazione tipicamente incrociata; ancora più sopra, circa 10 metri di morenico fangoso, con abbondantissimi ciottoli striati, quasi privo di erratici un po' grossi; il tutto è coperto da nn velo di fluvio-glaciale recente, tuttavia poco distinguibile. Nel marzo 1954 la parte più bella di questo profilo naturale era coperta da una gran quantità di detriti rovesciati giù dall'alto; fortunatamente posseggo parecchie fotografie eseguite dal 1928 al 1953.

Tutte queste formazioni sono quelle stesse che formano anche il versante opposto, cioè quello della linea ferroviaria, dove tuttavia non è visibile in sito che la parte superiore, mentre sono visibili i materiali, che sono gli stessi del versante Belvedere-Belforte, ma disposti in congerie confusa, in conseguenza degli smottamenti.

Qui, sotto il Belvedere, non vi è il ceppo sopra il morenico ma se noi ci spostiamo trecento metri più a monte lungo il corso dsl Vellone, e cioè ci portiamo nell'ansa del Vivirolo guardando verso Belforte, possiamo agevolmente vedere: sabbie giallognole incrociate in basso, morenico fangoso più sopra, un banco di ceppo (oltre a opere murarie) ancora più sopra, cioè oramai lungo la provinciale. Poi, dalla provinciale salendo a Belforte si vede, sia pure in sezioni un pò ristrette, prima un materiale caotico e molto alterato che, per quanto è possibile riconoscere, si può ritenere ferretto Mindel; poi, quasi sul vertice della collina, un'alluvione simile, per alterazione, a quella che vedremo essere tipica del Diluvium Medio; sulla cima, poi, non mancano massi erratici, probabilmente del Riss.

Questo piccolo banco di ceppo affiora poi abbondantemente sullo stesso diaframma di Belforte, ma al di la, in Valle Olona, e anche di fronte, sul versante opposto dell'Olona (Belmonte), a testimoniarne la continuità.

In Valle Selvagna, scendendo da Bizzòzero lungo la strada, prima in alto, si trova il ferretto Mindel; più sotto, il ceppo tipico (su ambo i versanti della valletta percorsa dalla strada); sul fondovalle, infine un'insieme di 3-4 profili, facilmente collegabili dai quali si può arguire la seguente successione: argille azzurre alla base (non ho trovato ciottoli striati, data forse anche la piccolezza dell'affioramento; poi argille rossastre con straterelli sabbiosi e ghiaiosi con brevi intercalazioni di frustuli carboniosi; più sopra (cioè all'ex-fornace), il normale morenico fangoso. Salendo per il versante opposto (Schianno), al di sopra di queste formazioni fangose, appaiono lembi di ceppo, coperti alla lor volta da morenico Riss. La valle Selvagna è chiusa alla sua testata dalla più esterna cerchia morenica würmiana del Verbano; si potrebbe quindi pensare trattarsi di una colata fangosa del glaciale recente; ma la stratigrafia, sia pure non evidentissima, e la facies della formazione sono tali da dissipare questi dubbi. Piuttosto ricorderò che venticinqne anni fa, quando la Fornace

(oggi Cascina) era in attività, il profilo del morenico fangoso era quanto mai impressionante, in sè e per la copertura di uno strato notevole di fluvio-glaciale, con grossi erratici: questo sì, fluvio-glaciale würmiano.

Un insieme di profili che ci danno un' idea completa della successione di queste formazioni, come s' è visto nella valle del anche Vellone, si può osservare nella valle della Fornace che scende verso il lago di Varese, partendo dal Cuor di Sasso, località che si trova alle falde occidentali dell' Altopiano di Bizzòzero. Siamo nell' interno della più esterna cerchia würmiana in ambiente di tipica idrografia centrìpeta, sul pendio della conca scavata, così come la vediamo, dal ghiacciaio würmiano. La valletta, che scende verso ovest, è limitata alle spalle da tre dossi: Gaggio, Mombernasca. S. Albino. La copertura di questi dossi, che si elevano sui 390-400 metri, è costituita da fresco morenico Würm; questo morenico è sostenuto dal ceppo, sia pure a lembi. Sotto il ceppo, all' ex-Villa Tensi (destra), si può osservare un bel morenico fangoso, dalla tipica facies che si è visto finora essere una delle caratteristiche del morenico Günz; invece pressapoco alla stessa altezza, ma sul versante opposto, cioè sotto il monte S. Albino, presso il Molino del Nifontano, si vedono delle sabbie giallognole quà compatte, là incoerenti (piccole cave), a stratificazione complessa e incrociata, attraversate da vene di argilla, poggianti su un nucleo di marne oligo-mioceniche messo a nudo dal torrente, che qui forma delle caratteristiche cascatelle. Tanto sotto il morenico di Villa Tensi, quanto sotto queste sabbie, il torrente taglia una pila di argille rossigne in alto, azzurre in basso, con parecchi interstrati di sabbie finissime e ricche di frùstuli e di lunghi tronchi lignitizzati (*abies* soprattutto).

Siamo a circa 290 metri, cioè all' altezza delle argille azzurre dei Molini di Gurone, ma un po' più in basso dei 330 metri sia del fondo del Vellone al Vivirolo, sia del Molino Selvagna. Il profilo generale è però sempre quello: circa 20 metri di morenico in alto; fino a 15 metri di sabbie giallognole, a stratificazione incrociata, appena sotto; e, alla base, 30-40 metri di argille sabbiose, rossigne in alto, azzurre in basso, con intercalazioni sabbiose lignitifere, con qualche raro ciottolo striato. Le sabbie incrociate, però, talora mancano o sono estremamente ridotte di spessore.

L' interpretazione data da me 25 anni or sono a questo com-

plesso mi sembra ancor oggi accettabile, anzi ancor più, per le nuove sezioni comparse; il tutto, cioè, appartenente al I glaciale, generalmente chiamato günz: formazione essenzialmente lacustre in basso (conche causate dagli sbarramenti oligo-miocenici e riempite di acque di provenienza glaciale), e ciò dedotto da sia pur pochi ciottoli striati rinvenuti nelle argille quasi pure; sabbie di copertura deltizia o eolica, in mezzo: vero morenico, frammisto à strati di argilla, con abbondanti ciottoli striati, in alto. Sembra cioè di vedere, come già prospettai allora, due fasi glaciali günziane, separate da una debole fase di ritiro. E ciò in piena corrispondenza con quanto recentemente Venzo e Lona hanno trovato nel famoso bacino di Leffe, con l'esàme dei pòllini, e altri autori altrove.

Concludendo, ecco le caratteristiche fondamentali del vero morenico sottostante al ceppo, e perciò sicuramente Günz, nel territorio varesino: morenico molto fangoso che con l'acqua tende a indurire, alternato con strati di argilla in cui sono immersi ciottoli morenici, ad elementi generalmente non troppo grossi, con una certa prevalenza di calcari e di porfidi (= prealpini), dall'aspetto normalmente di grande freschezza, anche quando la formazione è direttamente sottoposta al ferretto Mindel o al Riss. È una facies che evidentemente si ritrova anche nel morenico sicuramente recente, ma che nel Günz è quasi assoluta.

Questi sono i profili dell'altopiano di Bizzòzero, i più sicuri o più evidenti. Ma nel territorio ad oriente del Ticino sono numerosi gli affioramenti di un morenico che, per facies e per posizione io non dubito si debbano ascrivere al Günz, anche se, purtroppo, non tutti offrano sicuri riferimenti stratigrafici.

Ne ricordo alcuni tra i più notevoli e caratteristici.

Un sicuro esteso affioramento di Günz, sottoposto al ceppo (questo a sua volta sottoposto a morenico recente, Riss e Würm), trovasi sul fondo della Val Bèvera, affuente dell' Olona, tra Velmaio e i Molini di Bèvera, in rapporto con la lingua glaciale di Porto Ceresio. Un piccolo affioramento, coperto dal tipico ceppo, si trova sotto la Cascina Fasòla presso Belmonte (sorgente canalizzata al contatto): poi forse anche poco più a valle, ai piedi della scarpata della Cascina Belmonte (sorgenti; equiseti): ambedue nella valle dell'Olona, sponda destra. Poi, ancora, nell'alta val Quadronna (Malnate), sia sotto San Salvatore (Acquedotto), sia presso il Molino di Concagno, tra i 350 e i 360 m., con

lembi di ceppo in posizione altimetricamente più elevata (qualcuno di questi poggiante su scogli di oligo-miocene). Sul fondo della valle del Riale Remone (tra Cagno e Caversaccio, nel dominio quindi come per i due precedenti affioramenti, della fronte comasca), a monte del caratteristico scoglio di arenaria oligo-miocenica che si erge dal fondovalle sotto C.na Pinnazzo, chiamato Sasso di Cagno, si notano frequenti profili di morenico argilloso che, presso il Molino risulta anche alquanto alterato; pochi lembi di ceppo, coperti da morenico Riss, si osservano; poco più in alto, su ambo i versanti; numerose piccole sorgenti al contatto tra Günz e ceppo. Salendo dal Molino del Traffico a Caversaccio, si osserva: un basamento di argille, che tengono tutto il fondo di questo tratto di Val Morea e che, se non fosse per la vicinanza delle argille plioceniche ai piedi della scarpata di Casanova Lanza, sarei del parere di interpretare come günziane; più sopra vi sono sabbie o ghiaiette, molto acquifere coperte da ghiaie cementate, forse dell' anaglaciale würm (2 cave); e finalmente fluvio-glaciale grossolano würm, alla superficie. Anche di fronte, salendo a Ròdero, prima si trova un bel conglomerato, poi, più sopra, ghiaie non cementate (cava); più sopra ancora un tipico fluvio glaciale. Analogamente, nella Valletta del Rio dei Gioghi si vedono due cave, in una delle quali è alquanto ben distinguibile, sopra il fondovalle acquitrinoso, non so se per argille o per oligo-miocene, un conglomerato compatto (ceppo?); più sopra una alluvione non cementata e fresca (anaglaciale Würm); più sopra ancora, un bel fluvio-glaciale di cui è cosituita la superficie del terrazzo 360. Così dicasi, di fronte, per salire (fuori dal sentiero) dal fondo della valletta a S. Giorgio (cava). Ma questi profili interessano certamente più il ceppo (?) che il nostro günz.

Così le vallette del Faido, del Deserto, di Calcinate degli Origoni, sono scavate, nelle parti più profonde, in un morenico argilloso che è ricoperto, più o meno visibilmente, da lembi di un conglomerato che in parte è veramente ceppo, ma in parte di dubbiosa assegnazione, per quanto sopporti abbondante morenico recente (sotto quota 344). Così dicasi per alcune vicine vallette che da Varese scendono al piano sotto Bobbiate (per esempio tra Ronco e Ronchi e nelle vicine vallette di Gaggiano) dove il morenico argilloso, scarso di riferimenti stratigrafici, si alterna ad affioramenti di Cretaceo superiore. E così dicasi per il morenico delle vallette che scendono a Capolago e Novellina e, soprat-

tutto, della Valciasca (tra Buguggiate e Azzate) dove la formazione morenico-fangosa è coperta da fluvio-glaciale, da alluvioni e da morenico recente con grossi erratici.

Allo sbocco della Val Tinella (Lago di Varese), presso il Molino d'Artò, sotto la potente formazione alluvionale conglomeratica che, data la sua struttura e la sua copertura di morenico recente, ritengo essere attribuibile al ceppo, sta un morenico argilloso di facies (se così è possibile dire) tipicamente günziana.

Ad occidente del fiume Olona il ceppo è scarsissimo; ma, nonostante ciò, la presenza di tipico morenico günz sottoposto al sicuro ferretto Mindel, è spesso più frequente: anzi, in questi casi, in generale il morenico günz è piegato o forma delle escrescenze in contrasto con la sovrastante formazione mindeliana (lacustre, fluviale o morenica) che si mantiene a strati orizzontali. Un primo esempio si può osservare in Val Scironna (Castronno), poco a monte di un alquanto esteso affioramento di marne oligo-mioceniche. Altri affioramenti: uno nel vallone a sud del Castello di Caidate che scende in Val d'Arno, formante come una cupola coperta da ferretto Mindel che si osserva ai due lati della cupola; poi uno nel vallone della Calcina (Caidate-Cròsio della Valle); uno nel vallone del Castello di Montonate; e uno, dubitativo, nel valloncello che da Menzago scende a Vinago, tutt'e tre coperti da morenico recente (Riss?). Un deposito Günz, meravigliosamente piegato, si osserva alla Fornace di Albusciago che sfrutta il sovrapposto ferretto Mindel, disposto in strati regolarmente orizzontali; analogamente nelle immediate vicinanze. Notevoli sono anche due affioramenti di Günz (morenico fresco, abbondante di ciottoli calcari striati) sottoposti al Mindel morenico e alluvionale nel quale sono incuneati verso l'alto, in Val Tenore sotto Stribiana.

Probabilmente si trova morenico Günz anche sotto il ferretto Mindel della Villa Mistò e sotto il morenico Riss del Ronchetto, ambedue lungo la trincea di Binago, scavata per la rettificazione della provinciale tra San Salvatore e Solbiate Comasco.

Sotto la collina di Miogni (Varese), lungo il torrente che scende verso NO e cioè verso il Tiro a Segno, si nota un bell'affioramento di morenico dalla facies günziana, coperto da altro morenico, ben diverso, alquanto arrossato, quasi certamente Riss. Analogamente accade di vedere sulla vicina collina della Bicocca alle spalle dell'Officina del Tram che sale a S. Ambrogio, dove

la strada in costruzione (oggi abbandonata) ha messo a nudo un nucleo di morenico argilloso molto simile per facies al tipico Günz, coperto da un morenico Riss.

Belle sezioni di *morenico*, dalla facies tipicamente günziana, tuttavia prive di riferimento stratigrafico, si possono osservare nelle seguenti località: sotto Galliate Lombardo verso il Lago di Varese; nell'alta Val Bèvera, versante sinistro, lungo il sentiero che sale dal Cavo Diotti a Baraggiòla, coperto da morenico recente; sul fondo delle due valli che scendono rispettivamente dalle selle di Villadosia e di Cuvirone verso la Torbiera Brabbia, separate dall'emergenza oligo-miocenica del M. Carbonaro.

Così *sabbie incrociate* si trovano anche allo sbocco della valletta presso Cascina Nuova Castelli (valle dell'Olona), in posizione altimetricamente inferiore al ceppo della stessa valletta, a sua volta, questo, sottoposto a morenico Riss. Poi ancora a sud di Bobbiate, dove sono sovrapposte ad argille simili a quella della vicina valle della Fornace. Ma non so se si possono sincronizzare con quelle simili, o identiche, del Vellone e del Nifontano.

Concludendo: degli affioramenti qui elencati, alcuni sono costituiti di materiali morenici certamente anteriori al ceppo e al Mindel, perchè giaciono al di sotto o del sicuro ceppo anteriore al Mindel, o del sicuro Mindel; altri sono di dubbia interpretazione per la scarsezza di sicuri riferimenti stratigrafici; altri sono discutibilissimi perchè solo la facies può essere portata come prova; e la facies da sola non è certo una prova sicura. Tuttavia sulla carta che ho preparato per la esecuzione di un plastico Geologico al 25 mila, ho preferito mettere tutto come sicuro Günz, persuaso che chi ha interesse non si accontenta di dare uno sguardo alla carta o al plastico, ma si dà premura di leggere il testo che è pieno di dubbi, anche se un po' lungo.

Ricordo poi che sui due versanti della valle dell'Olona, da Cairate in giù, si osserva frequentemente la presenza di un'*alluvione sciolta e un po' alterata* al di sotto dell'alluvione del ceppo (vedi avanti); non è improbabile che questa alluvione sciolta e un po' alterata rappresenti la facies fluviale del glaciale Günz.

Di fronte alla discreta abbondanza di sezioni di Günz o simile, in territorio varesino, sta la quasi assoluta mancanza di essi nel territorio piemontese oltre il Ticino.

Il Günz nel territorio da me osservato, oltre il Ticino, o manca o è talmente profondo rispetto alla scarsa erosione com-

piuta dall'Agogna, e persino del Ticino, che non ha finora potuto essere osservato. Sul fondo della Val Passona, presso Briga, lungo il torrente omonimo, presso la Cascina Costanza, si osserva qualche piccolo affioramento di morenico a facies günziana, ma senza alcun riferimento stratigrafico, per quanto la sua sottoposizione al morenico Riss sia alquanto evidente. Ma null'altro si può dire.

Osservazioni approfondite sull'altopiano di ferretto Mindel di Maggiòra-Boca, ad occidente di Borgomanero, potrebbero recare qualche buona sorpresa, perchè non è improbabile che alcune argille ritenute plioceniche siano in realtà günziane e per di più moreniche (vedi scavo che si sta facendo a Boca).

5. I° Interglaciale.

Il primo interglaciale è rappresentato, nel territorio ad oriente del Ticino, da un'alluvione generalmente molto cementata sottostante alle formazioni ferrettizzate del Mindel (= II° glaciale); poichè in qualche caso esso sovrasta, come si è detto prima, ad una formazione morenica che è riferibile alla I^a^ glaciazione del quaternario, così si può lecitamente parlare del 1° interglaciale. Come vedesi, io mantengo la classica divisione del glaciale in 4 periodi: si potrà facilmente correggere questa nomenclatura quando sarà definita senza alcun dubbio, la presenza della glaciazione *Danubio*, anteriore alla Günz, di cui hanno scritto il Venzo da noi e l'Eberl in Baviera. È quella formazione che gli abitanti della Brianza meridionale chiamano *ceppo*; invece nel territorio varesino settentrionale è più comunemente chiamata *três*, *marogna*, *calcèster* e *crott* mentre qui per ceppo s'intende, come anche nell'alta Brianza e spesso altrove, una qualunque roccia compatta che non sia granito o gneiss (chè in tal caso il nome più usato, quasi dovunque nelle prealpi lombarde occidentali è *sarès*, *serìz* e simili). Poichè il ceppo dei brianzoli, soprattutto degli abitanti delle rive dell'Adda, è il conglomerato poligenico, contenente molti elementi alpini, cronologicamente identico al 1° interglaciale del varesotto, uso questo termine con lo stesso significato, cioè litologico e cronologico, riservando il termine generico di conglomerato ad ogni altra alluvione cementata.

Il ceppo nostro è un'alluvione poligenica (contenendo materiali prealpini e alpini), generalmente molto cementata, vacuolare,

permeabile, in molti punti addirittura carsificata a pozzi (vuoti, o riempiti di formazioni posteriori), talora grossolana (specialmente verso monte), talora piuttosto fina, soprattutto negli interstrati e alla base, dove assomiglia molto alle sabbie giallognole che separano le due formazioni günziane. Anzi, alla base, quando è ghiaiosa, spesso è pochissimo cementata, tanto da sembrare piuttosto una facies alluvionale di pianura del morenico Günz (come sotto la Chiesa di Bizzòzero). Qualcuno l'ha confusa in qualche punto con la gonfolite oligo-miocenica: ma nei profili puliti, anche di solo per qualche metro quadrato di superficie, la distinzione è evidente: permeabile e superficialmente secca, a strati suborizzontali con frequenti elementi calcarei, con ciottoli di cristallino poco alterati, il ceppo; impermeabile e spesso bagnata, a strati immersi pressapoco a sud, con scarsissimi elementi calcarei, con ciottoli di cristallino in disfacimento sabbioso giallognolo, la gonfolite.

Difficile, e talora persino impossibile, è la distinzione tra questo conglomerato e altri conglomerati con tutta probabilità più recenti, se non addirittura recentissimi, quando non vi sia l'aiuto della posizione stratigrafica. Perchè è un fatto che nel nostro territorio il tipico ceppo è intercalato da vene, prevalentemente sabbiose, incoerenti, tanto da essere utilizzate per l'estrazione di sabbie, come si estraggono sabbie, che sembrano freschissime, dagli strati di sabbia interposti tra le due formazioni günziane; come è un fatto che molte alluvioni certamente recenti sono cementate, sia pure solo nella parte basale sovrastante a formazioni impermeabili (= passaggio di acque calcarifere), o solo in superficie, per cui basta spezzare questa per riconoscere la non cementazione della parte interna.

Ad oriente del Ticino si possono osservare *tre qualità di conglomerati*, corrispondenti ad almeno tre periodi diversi.

1. - Vi è il conglomerato che per la sua posizione stratigrafica si deve chiamare *ceppo*; ed è il nostro I° interglaciale;

2. - vi è un *conglomerato alluvionale* che riempie gran parte della regione di confluenza dei tre ghiacciai verbano, ceresio, lario, e cioè dell'Olona e affluenti, che è anteriore per lo meno alle due ultime glaciazioni, perchè ricoperto dalle morene di queste; e null'altro si può dire se non che i tentativi di cave di ghiaia in questi conglomerati non hanno mai dato esito buono;

3. - vi è poi il *conglomerato delle alluvioni recenti*, le

quali però in genere si possono distinguere dalle alluvioni dei due precedenti conglomerati anche per la loro maggiore finezza di elementi, essendo talora costituite, soprattutto alla base, da sabbie fini passanti quasi ad argille.

Ed è per la difficoltà di distinzione, oltre che per altre considerazioni d'indole stratigrafica, che nei miei lavori di 20-25 anni fa avevo creduto più utile riunire in una sola grande unità questi tre tipi di alluvioni. E fu certo un errore, del quale mi sono ricreduto in alcune pagine pubblicate alcuni anni fa.

Del terzo tipo di alluvioni vedremo in seguito, a proposito dell'anaglaciale würm.

E quanto ai primi due debbo purtroppo dire che anche oggi una netta distinzione non mi è possibile fare, come non sempre è possibile distinguere il secondo tipo dal terzo tipo, se non per la grossezza generale dei materiali. Per cui se qui nel testo potrò presentare come cose cronologicamente forse distinte i due primi tipi, sulla odierna carta di cui ho detto sopra, fui costretto per maggiore semplicità e sicurezza, indicarli con una sola tinta.

Non si parla per ora della regione ad occidente del F. Ticino perchè mancano, o non sono riconoscibili, i primi due tipi di formazioni.

Il **vero ceppo** (*vero* in senso geologico, cioè stratigraficamente sottoposto al « ferretto » tipico) costituiva, in superficie, una grande pianura alluvionale, elevata fino a non più di 400 metri, quasi uniformemente e lentamente digradante dai 400 metri della linea pedemontana ai 200 metri dei dintorni di Marnate-Castellanza, dove questa formazione si affonda definitivamente sotto la pianura attuale.

La cementazione è in rapporto sia alla presenza locale o poco lontana di acque calcarifere (e perciò soprattutto ad oriente del Ticino), sia alla presenza d'una base impermeabile che ha permesso lo scorrimento delle acque nella massa delle alluvioni.

Che si tratti d'una superficie quasi continua, e che il fenomeno non sia solo superficiale è provato dalle numerose *perforazioni di pozzi* che hanno dato sempre presenza di conglomerato alla profondità corrispondente. La cementazione deve essere avvenuta con ogni probabilità prima della discesa dei ghiacciai mindeliani, perchè mi è accaduto di osservare dei pozzi naturali derivati da carsismo nel ceppo, riempiti di ferretto (p. es. sotto Bizzòzero).

I profili più caratteristici si notano: quasi tutt'attorno all'altopiano di Bizzòzero (eccetto verso il nord, anche per l'emergere di uno scoglio di oligo-miocene); è vero che in alcuni punti sopporta non il Mindel ma il Riss, ma è evidente la continuazione di questi lembi nei lembi che tra la Cascina Vigna e la Selvagna sopportano il Mindel.

Seguiamo ora la valle del F. Olona, versante destro. Dopo l'emergenza oligo-miocenica di S. Nazaro, Caronno Corbellaro e

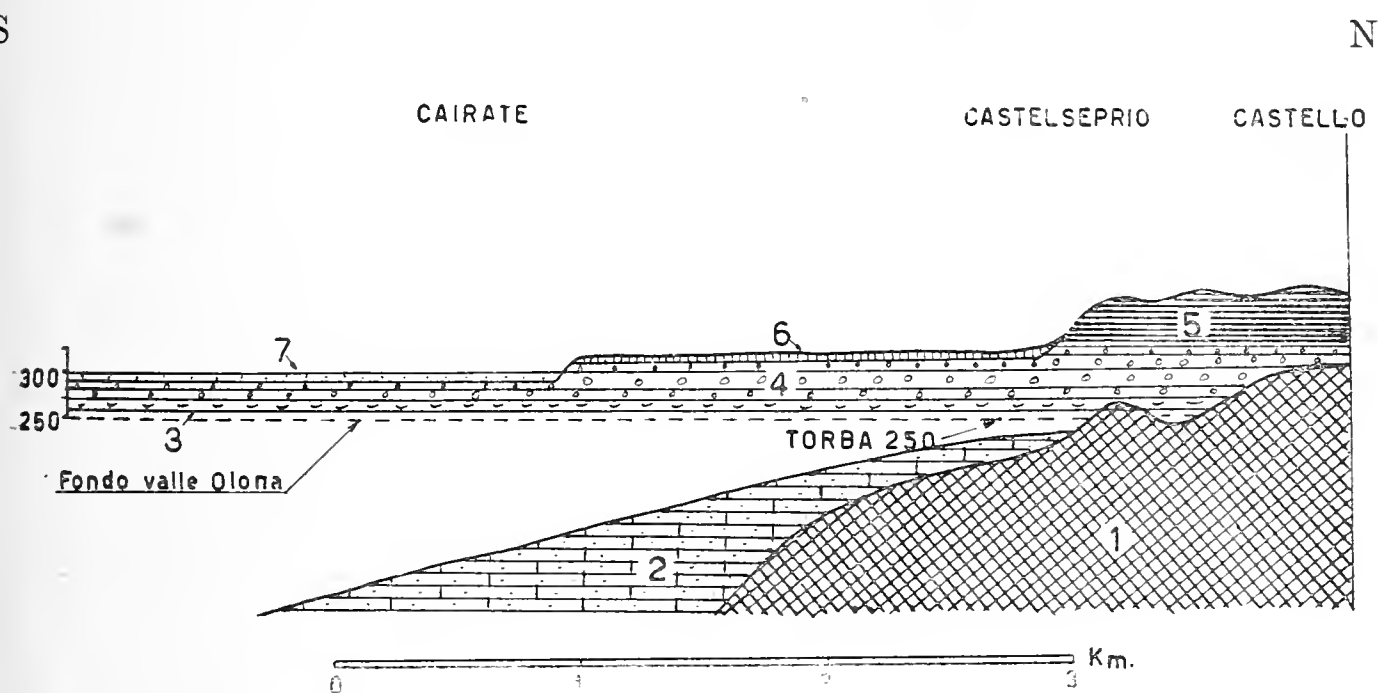



Fig. 3 — *Sezione lungo l'Olona presso Torba,*
1. Dosso di molassa oligo-miocenica (parzialmente mascherato); 2. Argille plioceniche marine (affioranti in un sol punto; rinvenute a 20-25 metri sotto il fondovalle nelle trivellazioni per pozzi); 3. Alluvione incoerente, alquanto alterata, sotto il « ceppo ». Tra questa alluvione e il sottostante pliocene, le trivellazioni hanno dimostrato la presenza di potenti spessori di argille con grossi ciottoli che forse stanno a rappresentare il morenico Günz o il fluvio-glaciale Günz; 4. Alluvione cementata (= « ceppo »); 5. Ferretto tipico, con facies morenica; 6. Terrazzo del Diluvium medio; 7. Terrazzo del Diluvium recente. Lo scopo di questo disegno è di mostrare come il « ceppo » continui regolarmente a costituire la base non solo del ferretto, ma anche del Diluvium medio e successivamente del terrazzo di Diluvium recente. In altri punti vicini, invece, l'ossatura dei terrazzi del Diluvium recente è costituita da alluvioni (ghiaie e sabbie) dell'anaglaciale Würm.

Gornate superiore, ha inizio la grande striscia di ceppo che continuerà, per questo versante, fino a Olgiate Olona. Dapprima è sottoposto al Mindel, da sopra Gornate a Castelsèprio; poi continua immediatamente, senza soluzione di continuità, ma sottoposto al Diluvium Medio di Castelsèprio; poi continua, ancora senza

soluzione di continuità, ma sottoposto al poco Diluvium recente del terrazzo di Cairate-Bèrgoro-Fagnano-Solbiate-Olgiate, per quanto qua e là affiorino ghiaie piuttosto sciolte (Fagnano). Un lembo residuato di ceppo lo si trova anche alle falde dell'altopiano Mindel, lungo il T. Tenore, a oriente di Stribiana e, più a valle, a metà strada tra Rovate e Castelseprio; e qualche lembo, ancora sotto il Mindel, lungo il Riale che scende a Cassano Magnago.

Seguiamo ora il versante opposto, dal piano di Gurone a Marnate. Da Gurone al solco del torrente Quadronna, un caratteristico conglomerato sopporta il Diluvium recente dei terrazzi. E non si riesce a comprendere se si tratti del ceppo vero o del conglomerato del secondo tipo, o addirittura delle alluvioni recenti. Alla superficie della scarpata è quasi tutto conglomerato compatto; ma appena nell'interno, sia nella vicina val Quadronna, presso e sopra il ponte sul torrente, sia sopra i Molini Fontanelle, appena si è scavato un pò in dentro, si è trovata della ottima ghiaia e sabbia incoerente. Invece tanto a Gurone quanto al terrazzino appena ad oriente dei Molini Fontanelle, sembra affiorare un tipico ceppo, quello cioè di Bizzòzero-Marcolina e di Vedano Olona. Forse si tratta d'una trincea, scavata durante il III interglaciale nel vero ceppo, proveniente da Malnate-San Salvatore, e riempita di alluvioni recenti nell'anaglaciale Würm.

Non so se le copiose sorgenti che sgorgano sul fondo valle dal conglomerato (= ceppo) di Fontanelle, siano dovute ad un basamento oligo-miocenico o pliocenico o günziano, perchè tanto il Günz di Bizzòzero-Gurone, quanto il pliocene di Castiglione e di Lozza, quanto l'oligo-miocene di val Quadronna sono alquanto vicini; darei la preferenza a quest'ultima formazione, che è molto più vicina, e che poi solo dopo 1 Km. riaffiora visibilmente (foce Selvagna, Castiglione Olona).

Sotto Vedano è il tipico ceppo che sostiene il Diluvium medio e che affiora in lembi anche nello spuntone di Cascina Ronco sopra il piano di Diluvium recente. Poi, a Castiglione subentra la fascia delle cave in Diluvium recente e dell'oligo-miocene. Diluvium recente anche a San Pancrazio a e Torba. Ma con la parete sinistra della valletta che scende a Torba, percorsa dalla carrozzabile, di fronte alla scarpata di Castelseprio (destra dell'Olona) subentra un'alluvione cementata che ha tutto l'aspetto del vero ceppo e che ritengo tale nonostante che sostenga il

grande pianoro del Diluvium recente, perchè la parete di fronte costituente il versante opposto distante non più di 250 metri è il vero e proprio ceppo di Castelseprio sottostante al Mindel prima, al Diluvium medio poi e al Diluvium recente dei terrazzi da ultimo Qui poi troviamo due località dal nome tipico: Cascine Ceppine e Lonate Ceppino (ma su questi toponimi non insisto!). Nella scarpata sopra la Cartiera Mayer si può vedere: sotto, una alluvione sciolta, piuttosto alterata (inutilizzabile come ghiaia o sabbia), sopra, un conglomerato che ha tutta l'aria di essere il normale « Ceppo »; così dicasi per il versante opposto (Cairate). E tutto ciò valga fino alla Stazione di Marnate. Forse solo in due località il ceppo lascia il posto al Diluvium recente, e cioè: sotto la Cascina Lumaga inferiore (e vicinanze) e di fronte a Castellazzo di Fagnano (cava). Nulla di ceppo si rinviene, da questo versante, nella massa del Diluvium medio (salvo nell'area vicino a Vedano Olona) o del ferretto Mindel, che formano due terrazzi ad oriente e più alti del terrazzo di Diluvium recente Lonate Ceppino.

Do qui un elenco delle sezioni visibili lungo le due sponde dell'Olona dalla latitudine di Marnate a quella di Lonate Ceppino: Sponda sinistra: Marnate, stazione = piccola scarpata tutta di ceppo; Prospiano, sentiero lungo la ferrovia, dall'alto = ceppo, sabbia giallognola, ghiaia non cementata; Gorla Minore, strada lungo la ferrovia = ceppo, ghiaia sciolta marcia con molti elementi caolinizzati; Fermata stazione Solbiate = ceppo, ghiaia marcia e sciolta; Gorla Maggiore, cave presso ferrovia = ceppo, materiale mascherato; Tessitura Tronconi passaggio a livello = ceppo, ghiaia più sciolta, conglomerato compatto; Cava allo *Z* di Castellazzo = ceppo, ghiaietta e sabbia fresca, rivestimento generale di alluvione recente; Balzarine = tutto ceppo; Cairate (Cartiera Mayer e vicinanze) = ceppo, alluvione sciolta parzialmente alterata. In quest'ultimo territorio di fondovalle, a 20-30 metri sotto si trova il pliocene marino.

Sponda destra: Olgiate sopra Osteria = ceppo; Olgiate a Ovest del Cotonificio = ceppo; Solbiate Olona, strada che sale dalla Fermata = ceppo, ghiaia marcia; Fagnano = ceppo o ghiaia recente cementata?; Bèrgoro-Cairate, sull'altopiano = cava di ghiaia fresca; Cairate stazione passaggio a livello = ceppo, sabbie argillose, ghiaie fresche con sabbia fresca.

A valle della trasversale Olgiate-Marnate, non vi è più altro

che ghiaia e sabbia sciolta, fresca, largamente scavata e utilizzata, sia lungo le scarpate dei terrazzi che continuano a valle, sia in piena pianura.

Veniamo ora al nord. Già si è detto del sicuro ceppo che sta alla base del Diluvium medio di Vedano Olona, tanto verso l' Olona, quanto verso il Quadronna (trincea ferrovia in curva a quota 357 della linea Malnate-Como) e dei piccoli lembi nell'alta val Quadronna.

Nella valle dell' Olona, presso Varèse il ceppo vero affiora visibilmente: sotto Belforte (terrazzo di Diluvium medio); poi, di fronte, sotto la Cascina Fasola e sotto Cascina Belmonte (terr. Diluvium recente); più a monte, sopra Cascina Fantona a m. 390 e a S. Fermo (sovrapposto direttamente al Pliocene). Poi, per ambedue i versanti, sia pure a lembi discontinui ma facilmente collegabili, nella valle sospesa di Poscalla che scende a Cascina Nuova Castelli (confluenza Olona), però solo fin poco a monte della strada che collega Valle con Valmonte (coperto di morenico Riss all'esterno e Würm all'interno). Poi per tutta la val Bèvera, da poco a monte della strada Velmaio-Cantello fino allo sbocco, coperto da Riss e da Würm e terrazzato (bei profili con grotte, sotto la Cascina Pianezza, a Velmaio e sopra i Molini Bèvera: in ogni caso sovrapposto al morenico Günz). Viene poi l'altopiano di Cantello il quale è costituito alla sua base (fatta eccezione dell'oligomiocene tanto del versante della valle quanto di quello esteso che dal fondo della valle del T. Lanza giunge a Ligurno e, oltre il Rio Gioghi, a Ròdero, ecc.) da una alluvione cementata che in alcuni punti si potrebbe interpretare come ceppo, in altri come conglomerato di tipo 2. Quest'alluvione sostiene il morenico recente (R. e W.) e di fronte a Malnate è terrazzato (terrazzi del Diluvium recente). La stessa formazione è quella su cui poggia la parte N O di Malnate, dalla Folla in su, e che fa da basamento alla pila di sabbie del Diluvium recente, intensamente sfruttate, del promontorio a nord della Stazione.

Un piccolo lembo di ceppo, sottoposto al morenico Riss, affiora lungo la strada che da presso il Gaggiolo sale a Baraggia. Altri piccoli lembi si trovano, coperti da morenico recente o da alluvioni, pure alquanto cementati, forse del III interglaciale (alla lor volta coperti da morenico W.), sia dietro la chiesa di Induno, sia nelle due cave di S. Salvatore. In quella più grande (che fu in attività fino a qualche anno fa) si può osservare: un

nucleo alla base di un'alluvione ben cementata, che ritengo possa interpretarsi come ceppo vero, ricoperto e avvolto da un'alluvione parzialmente cementata (= III interglaciale = anaglaciale W.); al di sopra, un cappello di vero morenico recente (W.).

Lembi di conglomerato si trovano, come già si disse, attorno al Lago di Varese, ad un' altezza tra i 380 e i 275 metri; alcuni sono certamente di ceppo, come a Mombernasca, al Gaggio, a S. Albino, nella valle della Luna, e, soprattutto nella val Tinella dove la potente alluvione cementata poggia in caratteristica discordanza sulla maiolica o regolarmente su lembi di morenico Günz (Molino d'Artò): il Ponte d'Artò, caratteristico ponte carsico naturale, è scavato in questo vero ceppo.

Altri pochi, alle testate delle vallecole che da Varese scendono al piano del Lago, sono invece di dubbia età.

In val d'Arno gli affioramenti sono scarsi in superficie, data l'altitudine del fondo di questa valle, molto meno approfondita della vicina valle d'Olona. Uno caratteristico si trova ai piedi del dosso del Roncaccio, al Km. 41 dell'Autostrada; un secondo (con altri minori) trovasi ancora lungo l'Autostrada presso il Km. 40, coperto da poco ferretto, questo a sua volta coperto da morenico Riss; un terzo poco più a nord, duecento metri a monte della confluenza del torrente Scironna nel torrente Arno, coperto da ferretto Mindel. La scarsezza di questi affioramenti in val d'Arno dipende certamente anche dal minor approfondimento del solco rispetto a quello dell'Olona. Tant'è vero che nella perforazione di alcuni pozzi sul fondovalle il ceppo venne attraversato, e pressapoco alle stesse quote dei grandi affioramenti nella valle dell'Olona. Per esempio a nord di Maggio, nei lavori di perforazione per l'acquedotto di Morazzone il ceppo venne attraversato da 7 metri sotto il piano di campagna fino a 40 metri, e cioè da 333 a 300 m. s/m., altitudine corrispondente a quella del ceppo nella valle dell'Olona; più sotto si trovò il morenico fangoso per circa 30 metri; da ultimo sabbia e ghiaietta fresca poggiante sulla molassa oligo-miocenica. Ad occidente della valle dell'Arno, più nulla.

Solo lungo il fiume Ticino, a 170-180 metri di altitudine, sotto Castelnovate (sponda sinistra, lombarda) Sacco ebbe a scoprire verso il 1892 « strati e banchi marnoso-sabbiosi, marnoso-argillosi, grigiastro-giallastri, conglobanti estesi straterelli lignitici (nonchè un banco di lignite di circa un metro di spessore), al-

ternati con banchi ghiaiosi conglomeratici grigio-giallognoli; numerose le sorgenti ».

Non so se questo lembo sia sincronizzabile col ceppo o colla sottostante formazione günziana. L'altitudine bassa potrebbe essere un argomento favorevole per la datazione günziana, perchè il ceppo ad oriente e alla stessa latitudine non si abbassa sotto i 220 metri (Marnate). Oggi non si vede più nulla di tutto questo, perchè rivestito da imponenti opere murarie.

Al di là del Ticino nulla vi è di simile al ceppo; pare proprio che la presenza del ceppo sia in rapporto diretto con la presenza di formazioni calcaree nella immediata fascia alpino-prealpina: nulla lungo il Ticino e a ovest per la mancanza (o estrema scarsezza) di monti calcari, debole apparizione lungo l'Arno, rilevante abbondanza e con cementazione sempre maggiore lungo l'Olona, il Seveso, il Lambro, l'Adda, e, ancora maggiore, lungo il Brembo: proprio con l'ampliarsi e l'elevarsi della fascia prealpina calcare. E questo sembra ovvio. Ma è pure ovvio pensare che dall'Arno al Ticino e, ancor più, ad occidente del Ticino, si dovrebbero trovare delle ghiaie alluvionali, sincrone al ceppo, sia pure non cementate o almeno non cementate con calcare. Sì, lungo il Ticino in questa regione le ghiaie non cementate sono molto abbondanti; ma si tratta di ghiaie senza alcun dubbio recenti, riferibili al III interglaciale (= anaglaciale W.), coperte, quelle più alte e non terrazzate, dal morenico Würm (Cascina Belvedere di Somma Lombardo, Stazione di Porto Varallo Pombia della linea Oleggio-Sesto).

Cerchiamo allora di vedere che cosa sta sotto il ferretto Mindel della sponda piemontese. Scarpate intere di puro Mindel non ve ne sono a far da sponda lungo il Ticino; vi sono invece scarpate di Diluvium medio. Queste sono costituite, in alto di alluvioni un pò alterate, caratteristiche del Diluvium medio (ed anche lembi di morenico Riss ricoprenti le alluvioni del Diluvium medio), e in basso di ferretto tipico, a facies alluvionale. Questo si vede per esempio al Castello di Marano Ticino (m. 235), presso il grande ponte ferroviario tra Marano e Pombia, a metri 200-220 e sotto le alluvioni recenti del terrazzo sotto Varallo, come ha dimostrato luminosamente la perforazione per il passaggio del nuovo Canale in costruzione. Queste altitudini sono pressapoco le stesse degli affioramenti di ceppo in località a quasi egual latitudine lungo la valle dell'Olona (Marnate, Gorla). Viene quindi da pensare

che le alluvioni di cristallino ferrettizzate sottostanti al ferretto Mindel morenico, siano sincronizzabili con le alluvioni poligeniche, od anche prevalentemente calcari, del ceppo, dall'Arno-Olona al Seveso-Lambro-Adda-Brembo. Se non si dovesse accettare questa opinione, bisognerebbe ritenere che sia avvenuto un abbassamento della zolla d'oltre Ticino; cosa poco ammissibile, anche perchè le altitudini dei pianalti mindeliani sono pressochè eguali tanto al di quà quanto al di là del Ticino (salvo il normale sollevarsi di tutte le formazioni quaternarie andando verso ovest)

La carta geologica del R. Ufficio Geologico (Foglio *Novara*), rilevata dal Sacco, indica bene, non solo la sottoposizione di questo ferretto (*q. 1*) al Diluvium medio di Oleggio-Marano-Pombia-Varallo Pombia, ma anche alle alluvioni del basso terrazzo del Diluvium recente sottostante ad Oleggio (Loreto, ecc.), che però io non ho mai potuto vedere, se non sotto Varallo Pombia, come dissi sopra.

Del resto la stessa carta, che non riconosce la morenicità del ferretto Mindel e non distingue perciò le parti moreniche dalle parti alluvionali e lacustri del ferretto, così si esprime: « *q. 1* = alluvioni sabbiose-ghiaiose-ciottolose, più o meno argillose, giallo-rossicce, ferrettizzate (= Diluvium 1°). Talora in basso conglomeratiche, ceppoidi, passanti al Villafranchiano ». E indica con lo stesso segno *q. 1* il conglomerato di base, cioè, ad esempio, il ceppo della Valle dell'Olona.

E ancora per quanto riguarda il « ceppo » mi permetto ripetere: quando quest'alluvione cementata sta sotto il tipico ferretto o ad essa è direttamente collegabile, non può esistere alcun dubbio sulla sua appartenenza al I interglaciale; il dubbio può sussistere in molti altri casi.

6. Le formazioni Mindel.

Sulla pianura di ceppo (ad oriente) e di alluvioni non cementate ma alterate (ad occidente), elevata poco meno di 400-300 metri attuali, i ghiacciai della glaciazione Mindel hanno depositato le loro ondulate morene tra le quali o sotto le quali si depositarono anche materiali alluvionali, fluvio-glaciali e lacustri. Sono pianalti costituiti di materiale morenico, od alluvionale, o lacustre, profondamente ferrettizzato per la lunga durata dell'attività modificatrice atmosferica, attribuiti generalmente al Diluvium an-

tico, che stanno tra i m. 410 e 260 e che vanno sotto il nome di *groane* in qualche punto della Lombardia occidentale e di *baragge* nel novarese e che la erosione dei ghiacciai rissiani ha totalmente o quasi eliminati nella fascia compresa tra la linea pedemontana e le colline moreniche rissiane (= la cucchiaia d'escavazione, la *zungenbecken*) e che la erosione dei fiumi dei Diluvium medio e recente ha fortemente frazionato riducendoli a pochi lembi dalla forma subtriangolare con la base a monte, su cui poggiano le morene della successiva, o d'ambedue le successive glaciazioni. Sono quattro questi lembi: il pianalto che domina ad oriente tutta la linea ferroviaria che sale da Mozzate a Vedano passando per Tradate, su cui poggiano lembi di due cerchie moreniche rissiane del ghiacciaio Comasco e che si potrebbe chiamare l'altopiano del *Seminario*, perchè quasi sul suo ciglio venne costruito il Seminario Maggiore di Milano visibile da tutte le parti e a distanza; il pianalto compreso tra l'Olona e l'Arno, interessato dalle morene rissiane del Verbano solo dal lato occidentale sovrastante l'Arno e che si potrebbe chiamare l'altopiano di *Carnago*; il pianalto tra l'Arno e la Strona varesina, che però venne quasi totalmente eliminato o seppellito sotto le morene rissiane del Verbano, e che si potrebbe chiamare altopiano di *Albizzate*; il pianalto compreso tra il Ticino e l'Agogna, coperto nella parte più settentrionale dalle morene rissiane del Verbano, e che si potrebbe chiamare l'altopiano di *Contùrbia*.

Questi materiali, estremamente ferrettizzati, e soprattutto le lenti, talora di spessore rilevante, a facies lacustre, forniscono buoni laterizi rossi; ma dal lato agricolo sono assai poco fertili, sia per la natura stessa e la profonda decalcificazione e argillificazione subìta, sia perchè costituenti altipiani aridi, molto elevati rispetto alle profonde formazioni impermeabili, difficilmente irrigabili.

Quanto alla loro origine si hanno da parte dei geologi, due opinioni diverse: alcuni li ritengono quali residui di grandiose conoidi alluvionali; altri quali residui di conoidi fluvio-glaciali.

Naturalmente le ondulazioni collinose nel primo caso dipenderebbero solo da erosione, nel secondo caso sopratutto da sedimentazione.

Della prima opinione fu il Sacco; dell'altra opinione furono lo Stoppani (= mare glaciale), poi Taramelli, e lo stesso Penck,

ma nel senso che queste conoidi provenivano dalle vere morene che noi oggi dobbiamo riferire certamente, data la loro relativa freschezza, ad età molto posteriori, cioè per lo meno al Riss. Solo con lo Stella, seguito poi da Taramelli e da Penck, si parla d'un complesso morenico-fluviale con doppia facies, ma indipendente dai più esterni cordoni morenici (rissiani). È ormai la maggior parte dei geologi è convinta della sua origine morenico-fluviale con datazione Mindel. I profili in favore dell'una o dell'altra facies sono numerosi e dimostrano che, salvo alla base e verso la pianura milanese, dove la prevalenza è alluvionale e lacustre, un vero distacco tra i due tipi non esiste.

Le due formazioni in parola sono adunque costituite da una alternanza di strati ghiaiosi, strati sabbiosi, argille sabbiose, argille finissime: poi da ammassi caotici di ciottoli senza dubbio morenici, alcuni alquanto grossi, altri veramente voluminosi (oltre un metro cubo), quasi mai tuttavia così enormi come spesso si osserva negli erratici delle due più recenti glaciazioni; sembra anzi di vedere un aumento di volume negli elementi morenici, dal Günz (piuttosto piccoli, raramente superiori a 70-80 cm. di diametro) al Mindel (un pò più grossi), al Riss (abbondanti gli erratici superiori a 2-3 m.^{3} di volume). Il tutto di color giallastro o giallo rossiccio ad occidente del Ticino, di colore più vivamente rosso, nell'ambiente varesino e comasco. L'alterazione è in generale profonda, molto profonda, giungendo anche alla profondità di 8-10 metri. Alquanto preservati solo i ciottoli di rocce meno alterabili, quali i cloritescisti, gli scisti anfibolici, le quarziti; mentre i ciottoli granitoidi in genere sono così sfatti e macerati (= *sassi marci*, *sassi morti* dei contadini) da potersi tagliare con la lama del temperino e con la vanga: i gneiss, bucherellati, si sfasciano sotto la pressione delle dita. Estremamente scarsi i calcari: nessuna reazione con l'acido cloridrico nella massa. Taramelli ha trovato dei blocchi di ceppo in questa formazione; segno che la cementazione del ceppo è avvenuta prima della discesa dei ghiacciai mindeliani. Questo materiale, e solo questo, è chiamato dai lombardi *ferretto*, sia per il colore giallo-rossastro, sia perchè duro alla lavorazione agraria. Se noi vogliamo adottare lo stesso termine, dovremo conservare ad esso il doppio significato litologico e cronologico che gli danno i contadini, e cioè: ferretto è sinonimo di formazione Mindel, come ceppo è sinonimo di alluvione post-Günz.

Ad una certa profondità e in alcuni angoli, l'alterazione e molto minore: per esempio sul fondo dei grossi torrenti (torrente Tenore sull'altopiano tra Arno e Olona; torrente Valàscia sull'altopiano tra Tradate e Venegono; tratto del versante orientale dell'altopiano tra Arno e Olona che guarda su Castelseprio; ecc.).

Esaminiamo i quattro lembi.

Poco da osservare sull'altopiano del *Seminario* sulla cui parte più settentrionale poggiano tronchi di due cerchie moreniche rissiane: quella doppia di Binago forse la più esterna di tutte le cerchie postmindeliane, e quella di Solbiate Comasco l'altra, a monte della quale non si vede più Mindel. Castelnuovo Bozzente è l'unico paese di questo altopiano arido e boscoso, ma già al limite esterno della più esterna morena rissiana di quota 441 (sorgenti al contatto).

Bei profili si vedono all'entrata nella valle presso il Seminario Maggiore e, soprattutto, sul ciglio dei due versanti della Valle del Bozzente (Valàscia, ecc.). Ma i più bei profili si poterono vedere per un anno (1952) lungo la trincea scavata ai piedi di Binago per la rettificazione della provinciale Varese-Como: tutto a facies morenica. E sul ferretto si poteva vedere in bella sezione il morenico Riss costituente la collina di Binago. E a detta degli scavatori, mentre fu molto semplice scavare con la benna la trincea nel ferretto, tanto i ciottoli erano marci, risultò invece estremamente difficile lo scavo della morena risssiana in quanto compatta e ricca di grossi erratici inalterati.

Qualche erratico un pò grosso si può vedere sia presso la strada che da Tradate sale a Castelnuovo, sia nei boschi sopra Abbiate Guazzone. Altimetricamente scende dai 410 metri di sotto Binago ai 270 metri di sopra Mozzate.

Maggior numero e maggior varietà di profili si possono osservare nel Mindel dell'altopiano di *Carnago* tra Arno e Olona, il quale è spoglio di morenico Riss ad oriente di una linea che da Bizzozero passa a Travaino-Monte-Riale di Cassano Magnago.

Sull'altopiano, presso le Cascine Maisa (Morazzone) vi è una grande Fornace di laterizi. Questa sfrutta un imponente deposito lacustre mindeliano, di color rosso-giallognolo, coperto in generale da morenico Mindel e in altro punto da uno strato notevole di morenico molto più fresco e ricco di grossi erratici, che si potrebbe ritenere Riss (all'esterno della cerchia rissiana di Morazzone); e la cui presenza ha rappresentato un grave danno per l'azienda.

In Val Scironna i profili sono tutti di morenico Mindel, in qualche punto poggiante sul Günz, in altri sugli spuntoni oligo-miocenici. Di fronte a Valdarno, parete intera di Mindel morenico alternato con ghiaie e con argille arrossate, e lì presso, poggiante su uno scoglio di ceppo, un lembo di Mindel rosso coperto da una bella sezione di morenico Riss. Alluvione Mindel salendo da Tarabara a Caronno e nella frana della valle di Travaino. Meravigliosi profili di morenico Riss sovrapposto a Mindel con facies fluviale e lacustre, sotto Solbiate (3 profili). In Val Tenore, solo facies morenica Mindel, salvo due cunei di Günz sotto Stribiana; qui presso sul fondovalle si osserva anche un grosso erratico di gneiss di circa un metro cubo. Presso il ponte della strada Caronno-Gornate, materiale alluvionale non molto alterato; tra Rovate e Castelseprio, frana di morenico Mindel, molto grossolano (massi di 2 metri di diametro), non molto alterato, poggiante su uno scoglio di ceppo. La valle del Riale (di Cassano Magnago) separa in parte il terrazzo di Diluvium medio di S. Stefano, dal ferretto Mindel di Carbonolo, Rovate, ecc.. Numerosi sono i profili, quasi tutti di facies morenica, e, sotto i Ronchi, con elementi molto voluminosi; in qualche località terrazzata, è notevole il distacco tra l'alluvione recente di copertura (che deriva dalla scelta di materiale più resistente operata dalla corrente) e il morenico Mindel di base. Sotto la C.na Bianchi sembra di vedere il Mindel poggiare su uno scoglio di ceppo, e sullo stesso altopiano, a nord della stessa cascina, dove un tempo vi era una Fornace, è notevole lo spessore di lehm, giallognolo, sabbioso (o löss ?) che ricopre la formazione.

In qualche sezione è possibile vedere delle piccole diaclasi che hanno interessato la massa, ciottoli compresi, riempite poi da argilla o da altro materiale.

Il *pianalto ad occidente dell'Arno* venne quasi totalmente eliminato dall'erosione del ghiacciaio rissiano del Verbano che qui era diretto pressapoco da ovest a est. Ad ogni modo le sezioni sono numerose e caratteristiche.

Il Fosso Tenore che vi penetra nell' interno, non lascia vedere gran che. Qualche bel profilo nella valletta a sud del Castello di Caidate, dove il morenico Mindel è sollevato da un incuneamento a cupola del morenico Günz; già si è detto come alle Fornaci di Albusciago, la formazione lacustre mindeliana copra una grande piega di morenico argilloso Günz; ai due lati della strada che

sale dalla provinciale a Premezzo, il Mindel alluvionale è coperto dal Riss morenico; così dicasi per la sezione del versante meridionale della trincea per l'Autostrada presso Caiello. Poi più nulla fin oltre il Ticino.

Anche il Mindel dell'*altopiano di Contùrbia*, compreso tra il Ticino e l'Agogna, si presenta quà alluvionale e là morenico. I profili non sono così abbondanti come nel varesotto; ma alcuni sono significativi. Su questo altopiano poggiano a nord le morene rissiane più esterne di Contùrbia-Agrate-Veruno. E l'altopiano scende, molto largamente frazionato, dai 340 metri di Divignano-Contùrbia ai 240 metri nei pressi di Mezzomerico.

Già si è detto come la sua base sia costituita da un materiale alluvionale, quasi egualmente ferrettizzato, e che fa da sostegno non solo al Diluvium medio ma, a quanto è possibile parzialmente vedere, anche a quello recente dei terrazzi più bassi del Ticino, alluvione sincronizzabile con quella che ad oriente del Ticino venne cementata tanto da costituire il ceppo. Profili, significativi alquanto, si possono osservare sotto Revislate, lungo la strada che da questo paese porta a Veruno scendendo nella larga valle della Mèia. Un pò migliori, ed essenzialmente morenici, sono quelli dei valloncelli che da Agrate scendono alla Mèia; notevoli quelli sotto la C.na Ronco, nei quali è possibile vedere una base di morenico Mindel, coperta da alluvioni più fresche e queste coperte da morenico Riss. Di puro Mindel sono quelli a sud di Bogogno, mentre il Mindel è coperto da probabile morenico Riss (se non da fluvio-glaciale Riss) alle origini del valloncello che da Novella scende a Bogogno. Interessantissimi sono invece i profili che si possono osservare nei dintorni della C.na Ospedale, sia nei valloni che scendono alla Gèola, sia in uno scavo eseguito a scopo di costruzione dietro la C.na Marazzini: il tutto è vero morenico, in cui non mancano massi di dimensioni che raggiungono anche un metro di diametro. Qui la carta geologica segna morenico recente; ed effettivamente in qualche punto (come alle origini del valloncello a nord di C.na Ospedale), sembra di vedere morenico più fresco sovrapposto a Mindel; ma mi pare che qui si possa solo parlare di rimaneggiamento superficiale e di fluvio-glaciale, perchè in genere la campagna è tutta rossa di ferretto. Più a nord di S. Cristina, e precisamente dietro le case di Martinale, si scorge un bel morenico che ha tutto l'aspetto di essere Mindel, per quanto l'alterazione sembra minore che a C.na Ospedale.

Mindel morenico è anche la collina della C.na Monterosso, mentre certamente più fresco è il materiale delle vicine colline più orientali. Un piccolo affioramento di morenico Mindel si può vedere lungo il sentiero che scende dalla C.na Monello a S. Marco presso Borgomanero: ma è una troppo piccola entità

In tutto il territorio in esame sono invece notevoli tre affioramenti verso monte che potrebbero testimoniare dell'elevarsi del Mindel a monte, a somiglianza di quanto avviene per le altre morene più recenti.

Il primo lo si può osservare sopra Colazza (Arona), all'altezza di circa metri 635, appena sotto il dosso di Boscaglia, all'esterno delle cerchie moreniche; è un miscuglio di massi sparsi non alterati e di massi e ciottoli morenici molto alterati e poggianti sulla formazione micascistosa locale; ed è la formazione morenica localmente più elevata.

Altri piccoli affioramenti si vedono sulla quota 457 che fa parte della cerchia morenica più esterna, ad occidente di Invorio Inferiore, presso il dosso morenico della Mornerona; qui siamo nell'àmbito della cerchia più esterna rissiana: ma presso la vetta i contadini hanno scavato delle buche, profonde più di un metro, sulle cui pareti spicca visibilissimo il ferretto mindeliano morenico. Come in altri punti, in posizione inferiore, si notano invece gli affioramenti tufacei permiani o di micascisti, e in altri punti poco più in alto si può vedere il morenico fresco in superficie.

Ma gli esempi più belli si possono osservare dalla parte opposta dell'anfiteatro del Verbano, e cioè sopra Bregazzana (Varese). Qui, lungo la strada militare che sale al M. Chiusarella-Màrtica, negli allargamenti e nelle curve prima di giungere alla C.na Ravetta, si possono osservare 4-5 bellissimi profili di tipico ferretto Mindel. Presso la C.na Ravetta, poi, il calcare locale presenta 3-4 dolinette ad imbuto, profonde circa 3 metri, che sono riempite di tipico ferretto (naturalmente anche con terra rossa locale) con frequenti ciottoli morenici di cristallino estremamente alterato. E ciottoli morenici si trovano fin poco più in su, e cioè fino a 635 metri, per caso la stessa quota di Boscaglia sopra Colazza. Un piccolo affioramento si trova anche lungo la strada che da Frascarolo sale a Montallegro (sopra Induno), alla destra, a circa m. 525, coperto, non molto visibilmente, in alto, dal solito morenico Riss. E un ultimo, piccolo affioramento si trova sotto la morena rissiana del Roccolo 447 sopra Ligurno, a circa 390 metri (poco lontano dal lembo di ceppo tra il Gaggiolo e la Baraggia).

Se la ricostruzione da noi fatta corrisponde a realtà, cioè se il morenico mindeliano che oggi vediamo più esterno è veramente quello che costituiva le morene più esterne mindeliane, in origine il diametro dell'anfiteatro Cusio-Verbano-Ceresio era di circa 36 Km., cioè da Borgomanero, dove la fronte del Verbano si saldava a quella del Cusio (se pure non costituivano un festone unico) alla piana di Tradate. Qui presso Tradate vi era probabilmente la saldatura con l'anfiteatro integrale di Como che, naturalmente, giungeva fino all'Adda (Verderio, ecc.), e oltre.

Quanto alla morfologia ricordo che se alcune colline hanno tutto l'aspetto di lembi di cerchie moreniche, non è d'altronde possibile un loro collegamento in modo da ricostruire un anfiteatro; vi è però molta diversità tra le forme della parte alta, molto o alquanto movimentate, e le forme della parte più meridionale, molto più piatte e solo turbate dai solchi torrentizi.

7. Il II interglaciale (*Diluvium medio*).

Tra un altopiano e l'altro di Mindel s'intercalano delle pianure, di poco più basse degli altipiani, ma quasi perfettamente pianeggianti, salvo lungo i solchi dei torrenti, alla loro volta frazionati dai più profondi solchi fluviali. Sono i terrazzi del Diluvium medio. Esaminiamo prima la loro localizzazione topografica. Ad occidente del pianalto di Castelnuovo Bozzente, si allunga il terrazzo di Diluvium medio di Vedano-Venegono-Tradate. Ha origine sui 400 metri alle falde esterne della morena würmiana di Albiolo; prosegue, coperto da morene rissiane, verso San Salvatore, dove il torrente Quadronna ne ha isolato un lembo a nord, quello di Rovera sopra Malnate, che fascia come un davanzale le falde dei due monti oligo-miocenici del M. Morone; prosegue poi per Vedano Olona, dove non supera i 360 metri, per Pianasca, Venegono, Tradate, Abbiate Guazzone, ecc. per terminare molto a sud, con la sua punta estrema a Origgio, cioè a sud di Saronno, mentre l'estrema unghia del Mindel si era fermata sopra Mozzate, vale a dire circa 10 Km. più a nord. La differenza altimetrica tra il piano di Diluvium medio e il ciglio del Mindel, che presso Vedano è di circa 40 metri, a Tradate discende a 25 metri. Il Mindel finisce poi a unghia sopra Mozzate, seppellito dal Diluvium medio, come questo finisce ad unghia insensibile a Origgio, seppellito dal Diluvium recente.

Di fronte a questo grandioso terrazzo del Diluvium medio, al di là dell'Olona, si allunga verso la pianura un analogo terrazzo ma molto più frazionato e ridotto: l'altopiano di Bizzòzero, coperto da morene rissiane (metri 380 circa), il piccolo piano sopra Caronno Corbellaro (360-340), quello di Castelseprio (m. 305) e, da ultimo, quello di Peveranza-Bolladello (m. 285). Le altitudini corrispondono a quelle del corrispondente piano che sta di fronte, a oriente dell'Olona.

Sul lato orientale della valle dell'Arno, con certezza vi è solo quel bel pianoro di S. Stefano che dai 300 metri di S. Stefano-Oggiona (forse collegabile col piano più a monte di Solbiate Arno) scende ai 275 metri delle case più alte di Cassano Magnago. Da Solbiate a Oggiona è coperto da morenico rissiano: ma da S. Stefano in giù è libero da altre coperture posteriori; e questo ultimo lembo è tenuto separato, ad oriente, dall'ondulato pianalto mindeliano (morenico) di Allodola-Carbonòlo, ecc., dal solco del Riale di Cassano Magnago e da un affluente di questo.

Nulla si può dire del versante destro della valle dell'Arno, perchè totalmente interessato dalla copertura di morenico rissiano i cui ghiacciai venivano da ovest.

Molto interessante è invece la lingua triangolare di Diluvium medio compresa tra l'Arno e il Ticino, a sud delle morene rissiane, emergente dal piano di Diluvium recente, che si potrebbe chiamare l'*altopiano di Cardano al Campo*. Questo comincia a sud di S. Ilario di Casorate, qui limitato e coperto dalle più meridionali morene rissiane della regione, e termina otto chilometri a sud, alla punta del Moncucco che s'affonda a bassa lingua sotto le alluvioni del Diluvium recente.

Il distacco in altezza tra questo altopiano e la sottostante pianura del Diluvium recente, tanto verso l'Arno quanto verso il Ticino, è di circa 15 metri in corrispondenza di Gallarate, e di soli 5 metri presso la punta estrema, a Lonate Pozzòlo.

Da questo altopiano di Diluvium medio che si allunga, emergendo dalla pianura di Diluvium recente tra l'Arno e il Ticino, emergono alla lor volta tre caratteristiche colline allungate verso sud, costituite certamente di materiale Mindel. Esse sono: il Monterosso, il Moncone e il dosso su cui sta Cardano. Nessun profilo è visibile, salvo alla punta sud del Moncone, dove fino a poco tempo fa si poteva entrare in una galleria scavata dai tedeschi durante l'ultima guerra; ma anche qui, più che argilla rossastra non mi è stato possibile vedere.

Passiamo ora al di là del Ticino.

Due altipiani di Diluvium medio fasciano, eccetto che a nord, tutto il pianalto ondulato del Mindel, tanto verso il Ticino quanto verso l'Agogna, e si saldano alle falde estreme meridionali delle colline mindeliane che qui, presso Mezzomerico, si sottopongono a non ripida unghia sotto il Diluvium medio.

Ad oriente questo altopiano ha inizio con Varallo Pombia, dove le formazioni sono coperte dalle morene rissiane, e prosegue per 18 Km. a sud, per riemergere in corrispondenza di Novara. Pombia, Marano e Oleggio vi giaciono sopra, sul ciglio verso il Ticino. Questo piano è frazionato in due e più lembi, da solchi per mezzo dei quali il Diluvium recente penetra bene addentro. Ha inizio a circa 290 metri e termina a 180. Più basso di 35 metri rispetto al ciglio del Mindel in corrispondenza di Varallo Pombia e ad occidente di Oleggio, presso Mezzomerico si allarga non più di 20 metri sotto.

Ancor più frazionato e più ondulato, in rapporto con la maggiore erosione subita, si presenta lo stesso altopiano verso l'Agogna, ad occidente. La differenza di altitudine rispetto al Mindel è come quella dell'altopiano di Oleggio. Mentre però verso Oleggio il Ticino si sprofonda per quasi cento metri, per cui la scarpata sotto il Diluvium medio è spesso suddivisa in 4-5 terrazzi, verso l'Agogna il salto che separa il piano del Diluvium medio da quello del recente, percorso dal fiume, senza terrazzamento plurimo, è solo di 10-15 metri. Come lo vediamo oggi, esso ha inizio poco a monte della Cressa, a circa 290 metri, e termina, unito al precedente, alla punta di Codemonte. Non è tuttavia improbabile che i piani ondulati che si elevano ad oriente del piano di Diluvium recente dell' Agogna tra Cureggio e Briga, possano rappresentare il Diluvium medio, sia pure estremamente interessato dalle fronti esterne dei Ghiacciai del Verbano e del Cusio: ma i profili sono qui scarsi e poco decifrabili.

Vediamo ora il materiale di cui sono costituiti questi altipiani.

Sul piano di Vedano, nella parte alta, giaciono alcune morene rissiane; nessun profilo caratteristico. Dietro le case di S. Salvatore, cioè sulla superficie, si osserva un'alluvione un pò alterata; ma egualmente in superficie, alla Fornace di Vedano si sfrutta un'argilla sabbiosa rossigna che probabilmente deriva dal dilavamento del vicino altopiano di ferretto. Il profilo completo della parete verso l'Olona a Vedano è questo: alla base, scoglio di

oligo-miocene; più sopra, il tipico ceppo fin quasi alla sommità; in superficie, sul pianoro, una terra, piuttosto rossa con pochi ciottoli. La terra diventa tanto più rossigna quanto più ci si avvicina alle falde del sovrastante altopiano di ferretto (Venegono Superiore, Venegono Inferiore, Tradate, Abbiate Guazzone, ecc.). Vi sono alcune fornaci di laterizi che sfruttano questa terra rossa superficiale. Uno scavo per costruzione di casa tra Gerenzano e Cislago ha messo a nudo un terreno identico a quello del Mindel (sassi marci, ecc.). Un esteso scavo poco a monte di Uboldo (mostratomi dall'amico Dr. Riva) offre profili identici a quelli del Mindel. Qui perciò sembra di vedere, anzichè una parte d'un grande cono di deiezione, un enorme terrazzo di erosione coperto da un velo di materiale più recente, ma sempre di argille rosse. Ricordo che questo piano continua a nord di Saronno costituendo la grande pianura compresa tra le Groane mindeliane di Limbiate-Solaro e l'altopiano mindeliano di Castelnuovo Bozzente-Seminario; anche su questa pianura, percorsa e tagliata dal torrente Lura, giacciono le morene rissiane più esterne di Lomazzo, ecc..

Della struttura degli altipiani di Cantello e di Bizzòzero, altimetricamente collegabili con il precedente, si è gia detto o si dirà: oligo-miocene, günz, ceppo e ferretto alla base, morene rissiane in superficie (scarpata di Novella-Tallizia per l'altopiano di Bizzòzero). Anche qui, come in quel di Vedano, nessun lembo di alluvioni recenti giunge al livello del piano del Diluvium medio.

In oligo-miocene, con poco ferretto Mindel, sono scavati i due piccoli terrazzi di Diluvium medio sopra Caronno Corbellaro coperti da un velo di alluvioni alterate. Il terrazzo di Castelseprio ha una base di ceppo vero, regolare continuazione di quello che sopra Torba sottostà al ferretto del Castello di Seprio; e una copertura di alluvioni alterate, argillose (unici profili quelli sotto Castelseprio). Il terrazzo di Peveranza-Bolladello è nel suo debole spessore tutto di alluvioni alquanto alterate, giallognole (piccoli profili lungo il torrente Tenore).

Il terrazzo di Oggiona-S. Stefano, che è scoperto di morenico solo da S. Stefano in giù, è costituito di ghiaie un pò alterate, rivestite in alto da poco fluvio-glaciale (rissiano), a sua volta ricoperto d'uno strato, talora potente 2-3 metri, di un lehm rossigno. Profili tipici: sotto il ripiano compreso tra Oggiona e S. Stefano, dove le alluvioni alterate in base (qui molto simili alle alluvioni del ferretto Mindel) sono coperte da uno strato di

3-4 metri di fluvio-glaciale, esteriormente più scuro, ma in realtà un pò meno alterato delle sottostanti alluvioni. Altrettanto dicasi di due bei profili che si trovano sul versante destro del vicino valloncello di Brugherazza che scende al Cimitero di S. Stefano e di quello dietro il Cimitero di S. Stefano. Solo alluvione fangosa (quasi fluvio-glaciale ad elementi piccoli tra una massa fangosa) si vede in un profilo ottenuto per coltivazione esattamente sulla scarpata sotto S. Stefano, ed anche più in giù dietro alcune case nuove: sempre lo stesso. Sul piano, alla C.na Viscontina, il lehm rossastro di copertura ha uno spessore rilevante (2-3 metri); così dicasi di quanto si vede alla fornace. Ma ecco che appena sotto, e cioè tanto presso lo stabilimento alla sinistra della strada che da Cassano Magnago sale a Santo Stefano, quanto sul versante destro del Riale lungo la strada che da Cassano Magnago sale alla Cà Rossa (Cascina Vittoria), si presentano bei profili delle solite alluvioni alquanto alterate.

L'altopiano di Cardano al Campo (o della Costa), che separa il bacino dell'Arno da quello del Ticino, presenta in genere i profili migliori. Le collinette, di cui fa parte quella della C.na Ronchetti, sono nettamente moreniche (cerchia più esterna rissiana). Questo morenico giace sulle alluvioni del Diluvium medio, anzi sul lehm sabbiosa che riveste le alluvioni del Diluvium medio; e ciò si può vedere molto bene in un profilo sopra il Bosco di Casorate: ghiaia un pò alterata sotto due metri di lehm in mezzo, morenico Riss sopra. Bella e molto dimostrativa, la sezione sulla destra della strada che scende alla Malpensa, sezione che interessa tutto il gradino: ghiaia alquanto alterata, coperta da due metri lehm rossigno-brunastro. Ancor più significativi, e meritevoli di di essere visitati, i profili scavati dai soldati tedeschi nel 1943-44 per la pista di lancio, nella scarpata a sud della strada che scende alla Malpensa; anche qui: ghiaia alterata coperta da due metri e più di lehm rosso-brunastro. Altri minori profili presso la C.na della Costa; poi dove la strada di Isola del Campo scende dal gradino verso la Brughiera Grande. Ma rispetto a questi ultimi, sono più dimostrattvi altri due profili sul versante orientale gallaratese, e cioè lungo la strada nuova Gallarate-Malpensa, dietro il nuovo stabilimento di tessitura (prima di giungere alla scalinata del grande palazzo Aloisianum), sezione ottenuta per allargamento dell'edificio: e, ancor meglio, dietro una casa che sta di fronte al Cotonificio Colombo, lungo un'altra strada in

piano che poi sale sul piano di Cardano: sempre ghiaia alterata, coperta da lehm brunastro. La Fornace presso la strada che conduce da Lonate Pozzolo alla C.na Belvedere sfrutta i due metri di spessore di questo lehm. Lungo la grande strada Lonate Pozzolo-Oleggio, poco prima di scendere dal gradino, a destra, si vede qualche piccolo profilo: ha un aspetto molto simile al Mindel fluviale.

Concludendo: l'altopiano di Diluvium medio di Cardano al Campo, salvo la sua punta meridionale dove forse affiora qualcosa del substrato di ferretto Mindel, ha la struttura d'un lembo di un grande cono di deiezione del Ticino, largamente incassato nella formazione mindeliana e coperto verso monte dalle morene rissiane. Qui, perciò, non solo si ha la topografia, la morfologia e l'altimetria del Diluvium medio, ma anche la struttura, che già si è visto, per quanto si può vedere, con ciò che si può osservare per il terrazzo di Vedano-Tradate. Ricordo, tuttavia, d'aver osservato lungo la Lura che anche il piano di Diluvium medio presso Lomazzo è costituito essenzialmente di ghiaie un pò alterate coperte da uno strato di lehm.

Questo mi preme far notare: che tutti i tentativi per estrarre ghiaia da questa formazione sono falliti: il che significa che è una *ghiaia sfatta*, *morta*, cioè alterata, ben differentemente dal come si presentano le ghiaie del Diluvium recente.

I profili del Diluvium medio nel territorio ad occidente del Ticino sono piuttosto scarsi e non sempre significativi. Nella scarpata sotto il Cimitero di Pombia, tra il I interglaciale ferrettizzato di base e il morenico Riss di sommità, si nota un'alluvione non fresca, ma neppure molto alterata. Null'altro di notevole, salvo l'abbondanza di Fornaci dovunque su questo piano, nelle cui cave si vede solo lehm o, al più, come presso la Cressa, argille grigiastre impregnanti ciottoli estremamente alterati. Notevoli fornaci sono: la Colombo di Pombia, alle falde del pianalto di Mindel; quella di Marano-Ticino; le 3-4 Fornaci presso Oleggio sparse un pò dovunque; altre sopra Bellinzago Novarese; quella della Cressa, meritevole di particolare studio, ecc.

Mi sembra che nel Diluvium medio di questo territorio prevalga la formola che si è visto a proposito di quello di Tradate: terrazzo d'erosione scavato nel Mindel, piuttosto che cono di deiezione di materiale del II interglaciale, in alcuni punti, però, coperto da ghiaie un pò alterate (per esempio scendendo dalla C.na Monello a Briga).

Poichè le altitudini di questi altipiani nel nostro territorio sono più basse al centro (Gallarate) che agli estremi (Oleggio, Tradate), si potrebbe anche pensare ad un riempimento centrale con alluvioni del II interglaciale, alluvioni che non sono riuscite a coprire se non debolmente i terrazzi precedentemente scavati nella formazione mindeliana appena dopo l'abbandono delle morene della II glaciazione.

Questo è necessario far notare: che dicendo Diluvium medio è sempre opportuno distinguere il fatto morfologico (terrazzo modellato nel periodo tra Mindel e Riss, e magari poi rimodellati in seguito) e il fatto strutturale nel senso che un terrazzo del Diluvium medio può anche essere costituito integralmente di materiale precedente (da Mindel a oligo-miocene). Non è poi improbabile che si riesca in seguito a dimostrare che i conglomerati del secondo tipo (vedi I interglaciale), siano la facies alluvionale del Diluvium medio tra l'Arno e l'Altopiano del Seminario.

Notevolissimi sono ad ogni modo tre fatti :

1° - che l'escavazione intervenuta nel II interglaciale fu la *determinante della direzione* seguita poi dalle altre maggiori correnti posteriori (III interglaciale) : nessuna valle un pò rilevante è priva di sicuri terrazzi del Diluvium medio ;

2° - Che le morene rissiane giacciono *sulle* ghiaie del II interglaciale (Diluvium medio) ; perciò la deposizione delle morene rissiane avvenne dopo la deposizione delle alluvioni : queste si possono perciò considerare come una formazione *anaglaciale riss*, come (e lo vedremo in seguito) le alluvioni del Diluvium recente si possono considerare soprattutto come una formazione *anaglaciale würm*, ulteriormente terrazzata durante le fasi di ritiro dei ghiacciai würmiani [1].

---

[1] Uso i due termini di anaglaciale e cataglaciale nel significato dato da Tongiorgi e Trevisan. E precisamente : anaglaciale è il tempo che va dall'inizio alla fine di un periodo climaticamente glaciale : viceversa cataglaciale. In pratica, e tralasciando sfumature che al nostro scopo non interessano, **anaglaciale** è il periodo dell'avanzata dei ghiacciai, cui corrisponde in pianura, supponendo un aumento di precipitazioni, abbondanza di depositi fluviali e fluvio-glaciali ; invece **cataglaciale** è il periodo di ritiro dei ghiacciai, cui corrisponde, per le diminuite precipitazioni, e quindi per la diminuita capacità di apporto di detriti, notevole attività di terrazzamento nelle formazioni precedentemente

3° - Che agli inizi della fase di ritiro dei ghiacciai rissiani, le fiumane che hanno rotto gli sbarramenti morenici rissiani si sono distese sui pianori del Diluvium medio; e solo in seguito, cioè nel vero III interglaciale ebbe inizio la grande erosione dei solchi (Ticino, Olona, ecc.) nei quali dovevano depositarsi, in forte spessore, le alluvioni dell'anaglaciale würm.

E ancora, per quanto abbia chiamato il materiale del Diluvium medio come II interglaciale è tuttavia ovvio che con questo termine io abbia inteso tutta la formazione alluvionale Ana- Sin-Cataglaciale Riss, e specialmente l'anaglaciale.

8. Criteri per la distinzione tra morenico Riss e morenico Würm.

Il morenico Günz, non è superficiale, e perciò non influisce sulla topografia esterna del territorio.

Quanto al morenico Mindel, furono tali i fenomeni di erosione intervenuti da allora ad oggi, che ben difficilmente si riesce ricostruire l'andamento della o delle cerchie mindeliane, per quanto si potrebbe tentare, soprattutto sull'altopiano di Carnago. Invece la morfologia a cordoni e a cerchie in gradinata, dalla complessiva forma di teatro (o di anfiteatro, come impropriamente si usa dire seguendo un termine introdotto, se non erro, dal Gastaldi circa un secolo fa), è invece evidente per le morene superficiali delle ultime glaciazioni (Riss, Würm). Tuttavia per quanto in generale evidenti, la ricostruzione delle cerchie offre talora notevoli difficoltà.

Le cerchie moreniche nei tratti in cui questo sono costituite visibilmente da allineamenti di colline arcuate o disposte ad arco secondo il generale andamento delle fronti glaciali regolari, sono ben individuabili; molto meno bene dove l'abbandono fu, per le più diverse cause, meno regolare (*ösar*, *eskar*, *drumlins*, ecc.) o dove l'erosione torrentizia ha frazionato le originarie colline in

---

abbandonate. A dire il vero se questi due termini si riferissero unicamente al fenomeno « ghiacciaio », sarebbe il caso di invertirne il significato. Infatti *anà* non significa aumento, ma in sù, cioè risalire alle sorgenti (così si dice che i salmoni sono « pesci anàdromi » perchè per la deposizione delle uova risalgono i fiumi); e viceversa *catà*. Ma poichè i termini si riferiscono a tutto il complesso dei fenomeni inerenti ad un periodo climatico e non solo al fenomeno « ghiacciaio », così credo che si possano conservare col significato assegnato dai due Autori.

piccoli allungati lembi simulanti originari distinti cordoni, e, peggio, dove il frazionamento è avvenuto in modo da determinare alle stesse colline un andamento topografico e morfologico obliquo o perpendicolare all'andamento originario.

Quindi la ricostruzione che tenterò di dare si basa su alcuni capisaldi sicuri, ma su extrapolazioni e interpolazioni non sempre sicure o sicure solo per la struttura sempre morenica.

Esaminiamo alcuni di questi capisaldi: a questo scopo si presenta in ottime condizioni l'anfiteatro del Verbano.

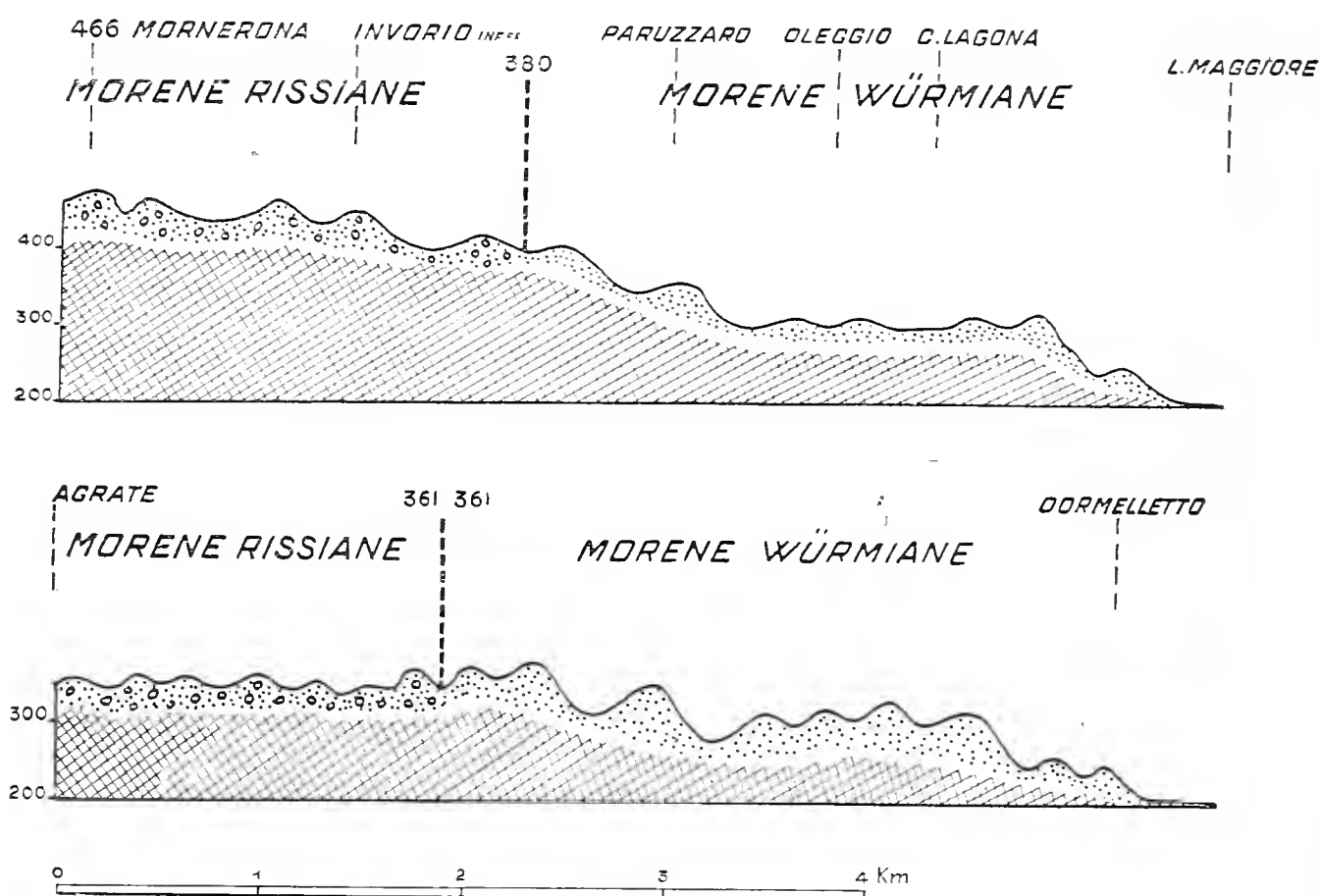



Fig. 4 — *Le morene rissiane e le morene würmiane nel Piemonte,* da sopra Invorio al Verbano e da Agrate all'incile Ticino.
La separazione venne fatta continuando, sul terreno e sulla tavoletta, la linea di certa separazione tra le une e le altre in corrispondenza del Ticino, dove la stratigrafia aiuta la distinzione.

Cominciamo da quello estremo occidentale, nel Piemonte, cioè da quello di Invorio; e da qui scendiamo al Lago (Arona). Troviamo i seguenti punti, dall'esterno: quote 466-457 ecc., colline di Orio-Mornerona, colline di Pomèvola, morene di Invorio Inferiore, quote 406-406 ecc.; colline di San Marcello, Paruzzaro, Muggiano, Oleggio Castello-Motto Lagone, Oleggio C.-Motto Carrè,

Mercurago. Contiamo: abbiamo attraversato, sempre in discesa, circa undici colline, undici lembi di cerchie, un lembo per ogni cerchia.

Passiamo al Ticino, sponda piemontese, da Pombia al Cimitero di Castelletto e al ponte sul Ticino. Troviamo: il dosso del Cimitero Vecchio di Pombia, il dosso del Castello di Pombia, le ondulazioni tra Pombia e Varallo, il dosso di Varallo, la lunga morena Monte di Varallo P.. Fin qui, siamo in salita. Ora subentrano le cerchie che scendono a gradinata verso il Verbano: Belvedere, Motto Murata, Sebastiana-Cascinetta, Bosco del Monte, Dorbiè-Castelletto, Pozzola. In totale sono anche qui pressochè undici dossi, undici lembi di cerchie. Non è il caso negli apparati morenici di dare troppo valore a queste identità numeriche; però non è neppure il caso di non ternerne conto; conviene cioè farne un uso ragionevole.

Passiamo ora in territorio lombarbo.

Qui vediamo, tra Gallarate e Somma Lombardo, cinque serie di ondulazioni moreniche, rese manifeste anche nei profili da cave di ghiaia (inattive per materiale scadente), da tagli di strada (nuova Strada del Sempione), e da tagli per costruzione di case. Nomino i punti più caratteristici: C.na Ronchetti (cava), Casello - S. Ilario, Casorate - Masnaga, Casorate - Chiesa, case nuove S E Somma Lombardo. Salgono da 260 metri (la più esterna) a 278 m..

Ora scendiamo verso Sesto Calende; e qui troviamo tre gruppi di cordoni in gradinata, ad anfiteatro: per lo meno due serie nei dintorni di Somma (Somma, Monte Ameno); due serie nel dintorni di Vergiate (Sesona, Monte Valle Rossi), ondulazioni dei Molini di Mezzo, ondulazioni di Sesto-Abbazia. E anche qui si ritrova il totate di undici di cui anche qui, cinque in salita e sei in discesa. In realtà, però, il numero potrebbe anche aumentare se si considerassero anche i piccolissimi rilievi, come poteva essere aumentato anche a fino 18 il numero di tutti i rilievi morenici, compresi quelli minori, attraversati nei precedenti itinerari.

Continuiamo verso nord est, in territorio propriamente varesino, e vediamo se si trova una corrispondenza simile; dove bisognerà tuttavia tener conto delle emergenze rocciose che avranno diviso in tante lingue la primitiva unica fronte. Prendiamo il raggio da Castronno a Daverio. Qui troviamo: ondulazioni more-

niche sopra Castronno, Roncaccio, Castello di Caidate, Immacolata. Dopo questi cinque si scende: vengono Crosio della Valle, Sarticcio; poi si deve scendere al Lago di Varese, e qui la distinzione diventa molto arbitraria. I primi cinque punti sono topograficamente ben collegabili a quelli sicuri di Gallarate-Somma; degli altri tre, si può dire solo che sono collegabili ai tre più elevati dell'anfiteatro in discesa verso i laghi.

Nei dintorni di Varese le difficoltà diventano maggiori, anche perchè qui, in qualche periodo si ebbe certamente la unione di 4 lingue, provenienti dal Verbano, dalla Val Rasa, dalla Valganna e da Porto Ceresio; però anche qui è possibile distinguere per lo meno 6-7 cerchie: Velate, la più antica e la più elevata (siamo oramai sulla sponda laterale sinistra); due per Robarello-Biumo; per lo meno due per Miogni; almeno una per Varese Giardino Pubblico.

Abbiamo visto quattro capisaldi dell'anfiteatro complessivo. Ora ci domandiamo se è possibile distinguere tra tutte queste cerchie, **gruppi di età notevolmente diverse**, cioè, per dirla brevemente, se è possibile distinguere cerchie rissiane (III glaciazione) da cerchie würmiane. Quali criteri logici possiamo scegliere per questa distinzione?

Degli Autori che mi precedettero e che ritennero di poter giungere ad una distinzione, alcuni seguirono il criterio del grado di alterazione, altri quelle morfologico, e altri, altri criteri. Come vedremo, tanto il grado di alterazione quanto la morfologia diretta non sono argomenti sufficienti, talora possono anzi, essere molto fallaci. Penso che il miglior criterio sia quello stratigrafico, dove, naturalmente, è possibile trovare sezioni naturali che rendano sicure testimonianze di tale distinzione. Fortunatamente sulle due opposte sponde terrazzate lungo il Ticino, e altrove, è possibile trovare qualche profilo notevolmente dimostrativo.

Criterio stratigrafico. Ad oriente del Ticino, sul piano di Diluvium medio tra Gallarate e Somma e precisamente nei pressi di Casorate, s'allungano diretti da S O a N E per lo meno *tre serie di dossi morenici che poggiano sulle ghiaie alquanto alterate del Diluvium medio.* Questo complesso è tagliato a scarpata verso il Ticino; e i sottostanti gradini per cui si scende al fiume, sono totalmente costituiti di alluvioni recenti che in qualche punto formano una scarpata unitaria da pochi metri sotto il Diluvium medio fino al greto del Ticino.

Di fronte, al di là del Ticino, è lo stesso fatto: le morene tra Pombia e Varallo Pombia, evidente continuazione di quelle di Gallarate-Casorate, *poggiano sulle alluvioni del Diluvium medio*; e anche questo complesso è tagliato, verso il fiume, a scarpata, scarpata che in qualche punto giunge direttamente al greto (sotto Pombia), in altri punti, invece, è limitata alla parte alta perchè seguito più in basso dai terrazzi delle alluvioni recenti. Dunque queste morene mostrano di essere posteriori al Diluvium medio ma anteriori a due successivi fenomeni notevolissimi, che sono: 1° la *erosione* d'un vecchio solco del Ticino

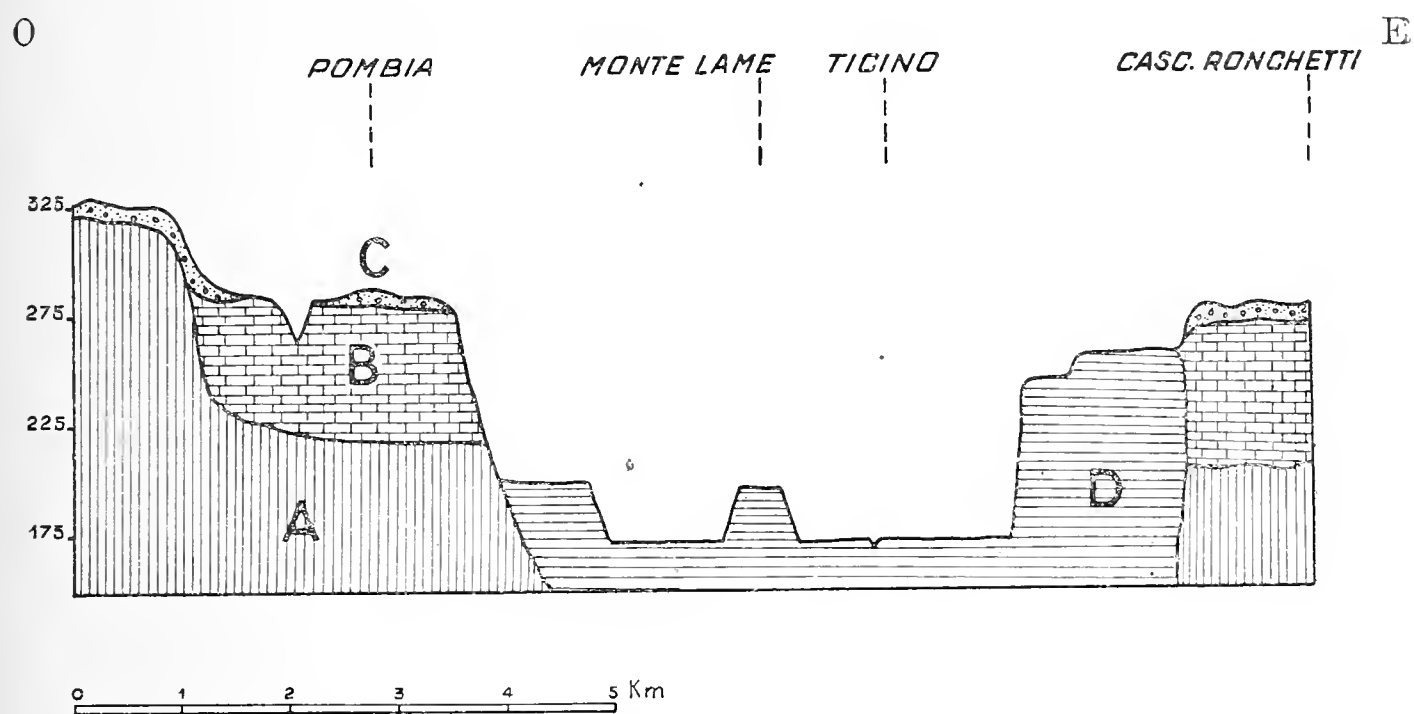



Fig. 5 — *Sezione attraverso il Ticino da sopra Pombia* (Piemonte) *fin quasi a Casorate Sempione* (Lombardia).
A. Ferretto (va prolungato un pó sotto le alluvioni recenti della sponda piemontese); B. Alluvioni non molto alterate del Diluvium medio; C. Morenico più esterno non molto alterato, rissiano, cerchia più esterna; D. Alluvioni recenti (terrazzate). Più a monte, queste sopportano il morenico Würm (vedi figura 6).

che ha separato nei due lembi, lombardo e piemontese, il complesso costituito dal Diluvium medio con il sovrapposto morenico; 2° il *riempimento* di questo scolco con il materiale alluvionale recente (che venne poi *terrazzato*), senza raggiungere però l'altezza della superficie del Diluvium medio e tanto meno del morenico sovrapposto.

Dunque queste alluvioni sono posteriori alle morene di cui si è detto. Che origine e che età hanno questo alluvioni fresche?

Proseguiamo verso nord. A Somma Lombardo, nei dintorni del Monte Belvedere (m. 263) e della Cascina omonima, che guardano con una scapata unica di ottanta metri sul sottostante Ticino, si può osservare il seguente profilo: in alto, morenico con grossi erratici, coperto da uno strato di lehm (totale circa 15 metri); sotto, una parete di oltre 60 metri di ghiaia e sabbia recente, che nelle vicinanze viene intensamente sfruttata per costruzioni. Dunque si ha morenico sovrapposto a quelle alluvioni che prima avevano riempito quel profondo solco in conseguenza della cui

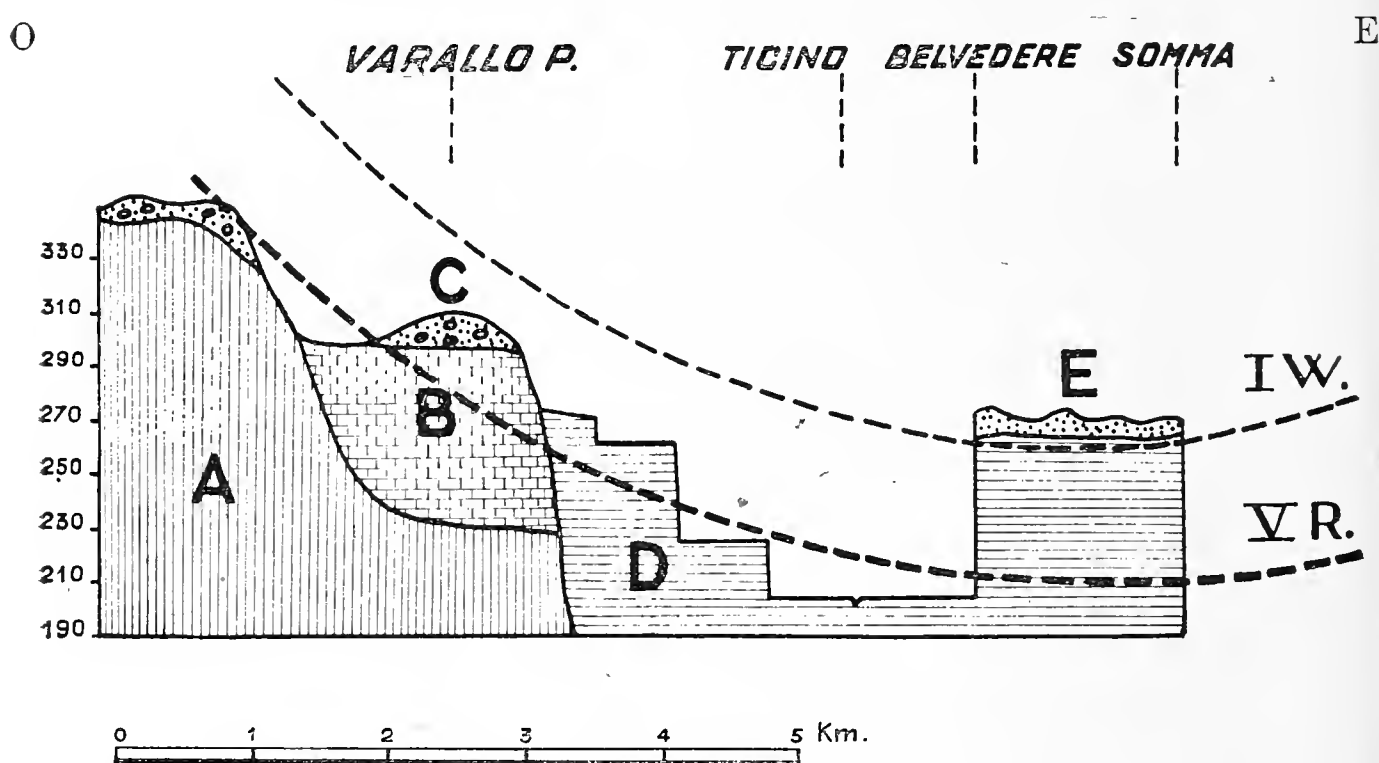



Fig. 6 — *Sezione attraverso il Ticino da sopra Varallo P. a Somma Lombardo.*
A. Ferretto (continua un pò anche nella parte più profodaa di D); B. Alluvioni del Diluvium medio: C. Morene rissiane di Varallo P.: D. Alluvioni recenti, terrazzate; E. Morene würmiane; VR. Quinta cerchia (interna) rissiana; IW Prima cerchia (esterna) würmiana.

erosione era avvenuta la separazione in due blocchi, piemontese e lombardo, del complesso Diluvium medio - morena sovrapposta.

La stessa cosa si verifica di fronte, oltre il Ticino, poco a nord di Varallo Pòmbia, cioè alla Stazione di Porto Varal-Pombia (anche qui la collina morenica chiamasi, per caso Belvedere).

Mi pare che la conclusione qui possa essere: le morene dei due Belvedere sono molto più recenti di quelle di Casorate-Varallo Pombia; e cioè si può lecitamente giungere alla conclusione

che le più esterne che poggiano sul Diluvium medio siano rissiane, e che le altre più interne siano würmiane. Evidentemente le rissiane, per essere tali non è che debbano necessariamente poggiare sul Diluvium medio, perchè potrebbero poggiare anche su formazioni anteriori, purchè non poggino sulle alluvioni recenti, chè in tal caso dovremmo passarle nella categoria delle würmiane. Così le würmiane possono poggiare su qualunque formazione, dalle alluvioni recenti alle più antiche rocce; ma la vera testimonianza che siano würmiane l'avremo solamente per quelle che poggiano sulle alluvioni recenti, o che, per altre con-

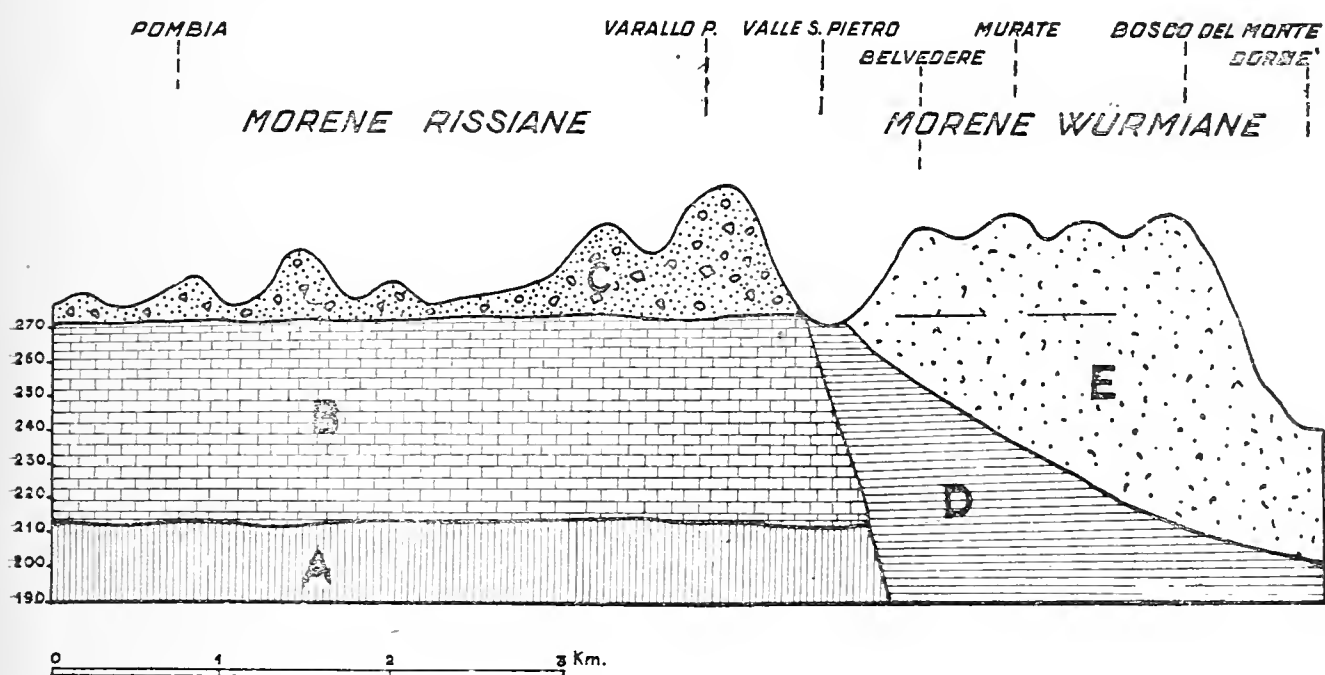



Fig. 7 — *Sezione lungo il Ticino, sponda piemontese (destra) da Sud a Nord*, in corrispondenza del contatto tra morene rissiane e morene würmiane.

A. Alluvioni, base del ferretto; B. Alluvioni del Diluvium medio; C. Morene rissiane (tutte); D. Alluvioni recenti; E. Morenico Würm, cerchie più esterne (qui nel disegno è molto esagerato lo spessore del morenico e troppo ridotto lo spessore delle alluvioni settostanti, le quali prevalgono sul morenico.

siderazioni, tra cui quelle morfologiche, siano ragionevolmente collegabili con quelle riconosciute würmiane per certezza stratigrafica.

Veniamo ora al territorio varesino e precisamente verso il solco dell' Olona (Bizzòzero).

La continuazione ragionevole nelle colline - morene che si stendono sull' altopiano di Bizzòzero, che sono le più esterne, è

verso Cantello. Nessuna di queste morene poggia su alluvioni recenti. Tra i due gruppi (Bizzòzero-Cantello), s'interpone il solco dell' Olona nel quale si trovano numerosi depositi di sabbie e ghiaie recenti che spesso riempiono per 40-50 metri il solco stesso senza però giungere all'altezza dei piani altimetricamente collegabili con le superfici del Diluvium medio.

Su nessuno di questi depositi alluvionali recenti si trova materiale morenico; però al posto del materiale morenico, in tutte le sezioni si trova uno strato di qualche metro di un fluvio-glaciale nettamente distinto dalle sottostanti alluvioni (che son sabbie o ghiaie fini soprattutto). Questo fluvio-glaciale e il terrazzo corrispondente più alto (che è quanto a noi più interessa) si collega direttamente a occidente con una cerchia morenica un pò interna, dell'anfiteatro Verbano (che è poi la cerchia di Varese Giardini Pubblici, Mirabello, Bosto, S. Albino, Gazzada, ecc.) e a oriente con una cerchia morenica più interna dell'anfiteatro del Ceresio (ramo di Porto Ceresio); e qui non scarseggiano, a somiglianza di quanto s'è visto per il Ticino, profili che mostrano morenico sovrapposto ad alluvioni fresche.

Quanto all'anfiteatro Comasco, qui siamo agli estremi, e perciò vi è poco da dire. Nessun profilo lungo la scarpata tra tra Casanova Lanza e la C.na Pinnazzo di Caversaccio mostra la sovrapposizione delle morene di Casanova alle sicure vicine alluvioni recenti, che però sono ricoperte da fluvio-glaciale.

Mi pare perciò che si possa così concludere: *la distinzione tra morene rissiane e morene würmiane nella nostra regione ha una sicura base stratigrafica.*

Questo in linea generale. Nei particolari, tuttavia, e soprattutto quando si tratta di separare sul terreno le morene dell'una da quelle dell'altra glaciazione, in molti casi sorgono difficoltà talora notevoli. Vediamo quali altri criteri potrebbero essere presi in considerazione.

Criterio dell'alterazione. Le morene più esterne sono più antiche delle altre, è ovvio perciò pensare che siano più alterate. Ed effettivamente nel nostro territorio le morene più esterne hanno un certo grado di alterazione. Ricordo alcuni profili tipici: collina 262 immediatamente ad oriente della strada Cardano al Campo - S. Ilario di Casorate, Piazzale Chiesa di Oggiona, morene di Bustecche (ad oriente di Bizzòzero), morena sopra l' Officina del Tram di Varese - Sacro Monte (sotto S. Ambrogio), morena

di Binago (anfiteatro Comasco). Però, anche qui, ad esempio nei tagli recenti della Strada del Sempione, non si nota quell'alterazione che si osserva nella collina 262 presso S. Ilario, di cui si è detto, per quanto facciano parte evidentemente della stessa cerchia; così dicasi per le sezioni di Solbiate Arno poggianti sopra il Mindel. D'altronde una certa alterazione è posseduta anche da quelle un pò interne, che necessariamente bisogna per altri motivi unire alle würmiane (Cimitero di Mornago).

Concludendo: *il criterio dell'alterazione ha un certo valore, ma non preso da solo.*

Criteri morfologici. Le morene più esterne sono più blande delle altre e sono anche più frazionate. Ma anche questo argomento ha poco valore preso da solo, perchè la scarsa pendenza, il frazionamento, ecc. dipendono da tante cause e non solo dalla degradazionae fisica e dall'erosione intervenuta.

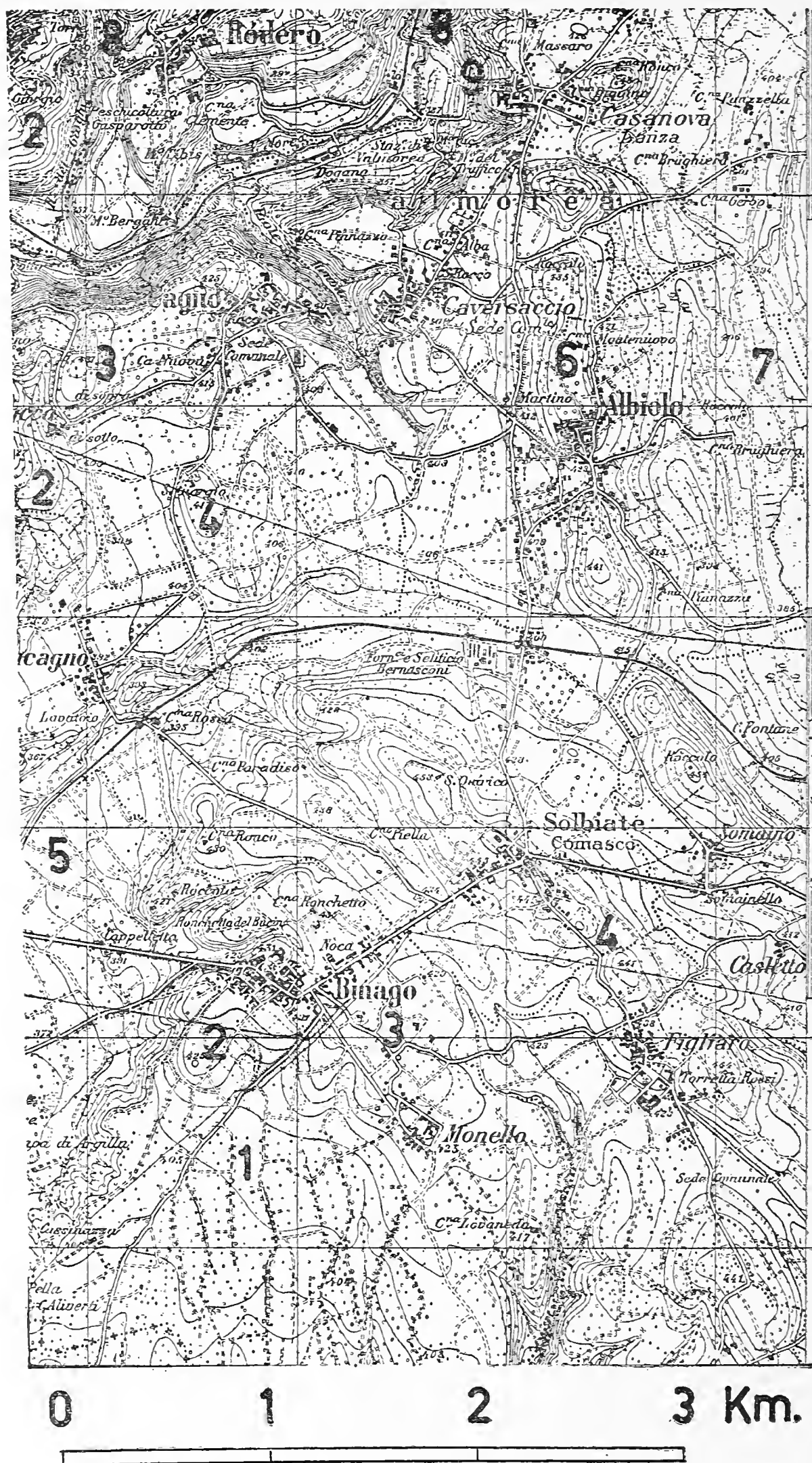
Ancora. Le morene un pò interne sono disposte *più regolarmente a semicircolo.* Si confronti per esempio l'arco varesino che va dalla collina dell' Excelsior alla Gazzada e l'arco comasco che da Casanova Lanza va a Olgiate Comasco, rispetto alla disposizione delle morene più esterne.

Criterio idrologico. Aggiungo un altro fatto, che non mi sembra da lasciare in disparte. Nelle morene più esterne, che per il criterio stratigrafico fondamentale sono rissiane, l'idrografia è normale, cioè *centrifuga*, verso sud; mentre nelle altre è *centripeta*, verso le conche interne, salvo, naturalmente, casi particolari e, soprattutto, quando trattasi di fiumi maggiori: la cerchia varesina manda le sue acque ad occidente verso il Verbano (t. Bardello); la cerchia comasca, in prevalenza verso il Lario (t. Faloppia-Breggia); la cerchia del Ceresio, in prevalenza verso il Lago di Lugano; ecc.. E il perchè sembra ovvio. Nel lungo periodo intercorso tra il Riss e il Würm avvennero tali fenomeni per cui la vecchia idrografia centripeta rissiana riuscì a trasformarsi in normale, diretta a sud: mentre così non è ancora completamente avvenuto per il recente würmiano.

9. Le cerchie moreniche rissiane.

Passiamo in rassegna le morene che, seguendo i criteri visti, ritengo si possano includere nella glaciazione Riss.

1. - Ad oriente si osservano per lo meno tre cerchie moreniche rissiane, che sono lembi delle più esterne cerchie mo-

Rodero
Casanova
Lenza
Massaro
Valmorea
Dogana
Caversaccio
Sede Com.le
Sede Comunale
Albiolo
Martino
Monteruovo
Bernasconi
S. Quirico
Solbiate
Comasco
Somaino
Binago
Noca
Cappelletta
Castello
Figliaro
Torretta Rossi
Monello
Sede Comunale
0 1 2 3 Km.

reniche recenti dell'**anfiteatro morenico del Comasco**. La cerchia più esterna è costituita dalle seguenti ondulazioni: presso Castelnuovo Bozzente e Binago sud ovest; quote 427 e C.na Regascino (qui il morenico riveste con poco spessore la formazione oligo-miocenica). Al di là prosegue sopra il dosso di S. Giorgio, Ròdero-terrazzo falde San Maffeo. La seconda cerchia, molto meglio visibile della più esterna, è rappresentata dalle seguenti colline: quota 441 sopra Castelnuovo Bozzente, Monello, Binago, quota 437 di Rocca di Sopra; poi, al di là del solco terrazzato del Torrente Lanza, probabilmente la collina di San Giorgio (m. 432) e, oltre il Rio Gioghi, la collina sui 450 metri che s'allunga sotto il miocenico Roccolo - S. Maffeo sopra Ròdero. Poggiano ambedue, prima sul pianalto di Diluvium antico, poi sull'altopiano del Diluvium Medio, poi sulle formazioni oligo-mioceniche.

La terza più interna è costituita dalle seguenti colline: Torretta Rossa 444, quota 447 sopra Figliaro, Solbiate Comasco 450, S. Quirico 453, S. Giorgio 417, quote 415 e 425 attorno a Cagno, poi, al di là del Torrente Lanza, le due colline 446 e 426 sopra Ròdero. Dai dati altimetrici e dalla morfologia molto frammentata mi sembra che si possa concludere che i dossi miocenici del S. Maffeo (481, 515) e della fronteggiante Bizzarone in un primo tempo vennero coperti da un sottile velo glaciale, ma poi vennero rapidamente ad emergere già a metà della glaciazione rissiana.

2. - Veniamo al nord, in corrispondenza delle **due fronti del Ceresio, rami Porto Ceresio e Capolago**. La cerchia più esterna del ramo Porto Ceresio è ancora ben conservata dove presumibilmente veniva a contatto con quella più esterna del ramo Capolago. Essa è rappresentata dalla serie di ondulazioni moreniche che vanno dalle allungate colline sopra Ligurno (Roccolo 461, quota 435, ecc.) fin sopra Sàltrio. Ben poco si vede della

---

← Fig. 8 — *La regione di contatto tra le cerchie rissiane e quelle würmiane ad oriente* (fronte occidentale del Gh.io Lariano).
1. Altopiano di ferretto; 2. Lembi della cerchia morenica rissiana più esterna; 3. Lembi di altra cerchia morenica rissiana; 4. Lembi della cerchia morenica rissiana più interna; 5. Terrazzo del Diluvium medio; 6. Cerchia morenica würmiana più esterna; 7. Conca interna dell'anfiteatro würmiano del Faloppia; 8. Notevoli affioramenti di oligo-miocene; 9. Affioramento di Pliocene marino.

struttura di questo lungo cordone: sorgenti abbondanti scendono alla Bèvera dalla strada Baraggia-Cantello, e sotto si scorgono argille che potrebbero anche essere günziane: meritevole di altre osservazioni la piccola regione del Merischio. Il lungo dosso miocenico di Cantello-Ligurno teneva forse separate le due fronti Comasca-Porto Ceresio ma solo dopo la metà del Riss. La cerchia esterna continua con le ondulazioni sui 420-425 ad occidente di Cantello-Ligurno e dal dosso 424 sopra S. Lorenzo. All'entrata di Cantello da Malnate vi è una sezione (tentativo di cava) che ci mostra un morenico non certo würmiano. Qui la morena è tagliata dal terrazzamento del T. Lanza ma, passando (olim!) sopra il centro di Malnate, giungeva a Bustecche (418), Guaralda (411), Cimitero di Giubiano 411, Biumo (439) o una sua parte orientale, culmine della Collina della Bicocca (Villa Pugliese, ecc.) dai 430 metri in su, collina di Robarello (492), Cava di Velate (545 m.). È in corrispondenza della linea Velate-Bustecche che venivano a contatto le morene del Ceresio con quelle del Verbano, totalmente fuse con le lingue esterne che uscivano dalla Val della Rasa e della Valganna: ambedue queste ultime rivestivano di morenico i dossi poco sopra Bregazzana (m. 560) e il piano di Montallegro (m. 595), dove però giungeva certamente in questa prima fase anche la lingua estrema di Porto Ceresio.

Una seconda cerchia, un po' più interna, forse costituita da due cerchie molto frazionate dall'erosione in rapporto al solco delle correnti dell'Olona ecc., è rappresentata dalle morene che partendo da S. Bernardino sopra Induno (base a circa metri 400) si uniscono a quella più esterna della Baraggia attraverso i colli Vismara, Ronchi, Villa Orrigioni, sopra Mentasti, Valmonte, colli tra la Val Sorda e la C.na Pianezza. Nel valloncello che scende a San Pietro si può osservare: morenico alquanto alterato, in alto; materiale rosso molto simile al ferretto sotto; piccolo lembo di ceppo, alla base. La morena di Stallazzo, Ghiffa e Ronchi è rossa verso l'esterno, nera verso l'interno ma talora rossa anche verso l'interno. Tutto il morenico di Belmonte, Orrigioni, Mirabello è rosso, senza però essere ferretto. Le più interne di queste colline formano planimetricamente come due archi successivi, forse in conseguenza del rilievo del Monte Useria, alto 550 m., che venne però certamente sorpassato dai ghiacciai nella fase precedente (cerchia unitaria; cima del M. Useria arrotondata). Nessuna di queste morene giace su alluvioni recenti. Un

dubbio potrebbe venire per la cava di ghiaia che si osserva alle falde orientali della collina di Villa Pugliese, perchè qui si vedono strati di ghiaia, di argilla e di sabbia, senza dubbio recente, coperti da un velo, tuttavia non potente, di morenico. Siamo a 409 metri, cioè cinquanta metri sotto la sommità della collina che è coperta da morenico Riss. Si può quindi lecitamente pensare che si tratti di sfasciumi morenici rissiani caduti dall'alto su depositi più recenti. Invece molto istruttivo un profilo a circa 430 m. presso la Bicocca: morenico alterato, in alto (ripiano Bicocca); alluvione alterata tipica del Diluvium medio, sotto; sotto, ma qui non visibile, ferretto del vallone di Olona.

3. - Di tutto questo complesso, ecco i **profili** più evidenti e più caratteristici.

In Val Sorda, versante destro: alluvioni grossolane cementate (= ceppo ?) coperte dal morenico della zona; scavi per costruzione di case in Bustecche; tentativo di cava lungo la strada che da C.na Nuova Castelli sale a Mentasti; scavo per costruzione di case lungo la strada a sud delle Cascine Bernascona e Peregrina; sulla collina della Bicocca, tanto sopra l'Officina del Tram (Riss che ricopre un probabile Günz), quanto di fronte al Cimitero di S. Ambrogio Olona (Riss che ricopre un sicuro ferretto Mindel alluvionale); due frane di Riss e un tentativo di cava tra il Molino Grassi e il Molinetto; frana sulla strada da Robarello a Bregazzana; grande tentativo di cava 300 metri a nord di Velate. Del resto, piccoli profili si possono osservare un po' dovunque.

E gli erratici non sono scarsi. Oltre a quelli che si trovano sul fondo del Vellone e dell'Olona, ne ricordo uno a circa 410 metri sulla collina della Baraggia, altri a Frascarolo, ecc..

4. - Veniamo ora all'**anfiteatro del Verbano**. Anche qui si tratta di alcune cerchie, non suddivise in cerchie minori festonate; ciò dimostra che i dossi rocciosi prequaternari (miocenici, ecc.) incontrati in questo territorio erano sorpassati dalla enorme colata e non riuscivano a rompere l'unità della fronte, cioè della cerchia. Le formazioni da me seguite non poggiano mai su alluvioni recenti.

I due capisaldi sicuri si trovano ai due lati del Ticino, e qui è possibile porre con sicurezza la distinzione tra le cerchie rissiane e quelle würmiane e, in parte, anche la distinzione delle singole cerchie.

5. - Prima di esaminare la ricostruzione delle cerchie rissiane del Verbano presento alcune osservazioni riguardanti la maggior parte delle **sezioni naturali** nella fascia che ritengo rissiana.

Tutto il territorio dell'altopiano di Carnago ad oriente del torrente Scironna è in forte prevalenza di ferretto Mindel; solo a lembi il morenico Riss riveste il Mindel, tanto che vien da dubitare che anche la copertura Riss della Fornace Maisa non sia per caso non un vero morenico, ma solo un fluvio-glaciale rissiano molto grossolano. Gli affioramenti di Riss da Castronno a Oggiona sono abbondanti e caratteristici, ma si fermano alla fascia della scarpata sinistra della Val d'Arno, perchè tutto l'ondulato altopiano ad oriente è totalmente ferretto Mindel fino in superficie. Ricordo le sezioni più tipiche: sopra il passaggio sopra l'Autostrada tra Valdarno e Tarabara; 3 profili sotto Solbiate, con base di ferretto Mindel fluviale e lacustre; grande frana grossolana presso lo sbocco del torrente tra Solbiate e Oggiona, e il materiale in alto prosegue a formare la bella collina lineare di Monte Oliveto; lavori di scavo nel piazzale appena sotto la Chiesa di Oggiona (ciglio del terrazzo).

Più a sud, troviamo la prosecuzione di tutto ciò, non più sul versante orientale ma su quello occidentale di Val d'Arno, e precisamente alle Fornaci di Cavària (velo di mòrenico Riss sovrapposto al Mindel estratto), a Premezzo (due sezioni ai due lati della strada che dalla provinciale sale a Premezzo, con base Mindel; poi, più su, caratteristico morenico Riss grossolano alle prime case del paese); sponda sinistra della strada Caiello-Besnate, presso la trincea dell'Autostrada con base di ferretto). Crenna e Montebello ne sono certo la continuazione, ma profili netti non si vedono. Qui presso, ad occidente della linea ferroviaria per Domodossola, durante i lavori della nuova strada Statale del Sempione si trovò una quantità enorme di grossi massi; nè deve far meraviglia, perchè appena ad occidente ha inizio quella bella serie di basse colline moreniche, nettamente poggianti sul Diluvium Medio che passando per C.na Ronchetti finisce troncata sopra il Bosco di Casorate: le quote si aggirano tutte sui 262 metri. Due bei profili: uno, quello della quota 262 appena ad oriente della strada per S. Ilario-Casorate (numerosi massi fessurati); l'altro, all'inizio del sentiero che in trincea va dalla quota 250 scende al Bosco di Casorate, con base visibile di Diluvium Medio.

Il basamento dell'altopiano ad occidente dell'Arno è Mindel, non però molto potente; e viene sempre meno quanto più si va nell'interno della conca, fenomeno evidente, data l'escavazione operata anche dai ghiacciai rissiani; in qualche punto abbiamo già detto che si può trovare un basamento günziano (tra Montonate e Sumirago, ecc.). Al Ronco di Ierago, dove stanno costruendo una villa, il morenico Riss è alquanto alterato, tanto da sembrare Mindel, che invece gli sta sotto.

Il passaggio della cerchia dalla sponda orientale a quella occidentale della Val d'Arno si rese ben evidente durante i lavori per la provinciale, per l'Autostrada e per la Stazione di Castronno attorno al 1928: una enorme congerie di massi di materiale alpino che mi ha fatto dubitare di trovarci molto in vicinanza di colline di gonfolite.

Qual'è su questa fascia il limite tra le cerchie rissiane e quelle würmiane? A Besnate, appena sotto le Scuole lungo la strada che vi sale, durante i lavori per una costruzione, ho potuto vedere del morenico assolutamente non fresco, ma neppure mindeliano; qualcosa di simile si vede per tutta la bella cerchia Revellino - Monte Comasi - Cassano Grosso - Castello Bianchi - Savina - Vignoli - Caverzaschi - Bertolino - Albusciago - Monte - Caidate - Brunello, ed anche ma molto meno, per i dossi allineati di Menzago - Sumirago - Paule - M. Marella - M. Perada.

In tutta questa fascia, però, oltre ai profili di Premezzo, di cui s'è detto, l'unica notevole sezione è quella molto interessante del Cimitero di Brunello. Nel tratto da Morazzone a Brunello si chiudeva la cerchietta del Lago di Varese e aveva inizio, così, come continuazione di questa, la lunga serie di per lo meno due cerchie dirette a sud. Causa di questa festonatura in corrispondenza di Brunello fu l'emergenza di gonfolite tra Azzate e la Torre San Quirico, quella stessa che determinò un fenomeno analogo, ma ancor più caratteristico, nel successivo würmiano.

Ancora presso Besnate, sull'angolo nord tra l'Autostrada e la strada Arsago-Besnate vi sono due cave vicine di ghiaia e sabbia. Nella più grande si nota un profilo che mi sembra importante; sabbie e ghiaie fresche alla base; circa 3 metri di vero morenico, con erratici e ciottoli striati, più sopra; velo di alluvioni recentissime, ancora più sopra (piano di campagna). Questo morenico è dunque Würm, e sono perciò würmiane le morene delle grandi cerchie alle spalle che, per quel che ci interessa

ora, vanno da Centenate a Crugnola, Vinago, Mornago. Può venire il dubbio per quelle su cui poggiano Quinzano e Montonate, anche perchè a Quinzano affiora un morenico un po' alterato; ma si è già detto che l'alterazione, quando non è rilevatissima, non è un elemento da assumere da solo; chè altrimenti, anche le morene di Vinago e di Mornago (Cimitero) dovrebbero, per il loro grado di alterazione, essere ritenute Riss, quelle stesse che per altri motivi, soprattutto stratigrafici e di posizione, non possono che essere ritenute Würm. Perciò io sarei del parere di indicare come **separazione tra Riss e Würm**, in questo territorio, una linea (non lo nego, un po' arbitraria; mi scusi il lettore se preciso: non arbitraria la distinzione tra Riss e Würm, ma solo la linea di separazione) che va da Besnate centro a Quinzano est (valletta), alla valletta ad est del Monte Aséi, alla C.na Selve di Montonate, al Cimitero di Vegonno: Riss ad oriente, Würm a occidente.

Questa fascia di morene rissiane, con visibile base mindeliana, prosegue nelle ondulazioni egualmente moreniche rissiane, disposte in modo un po' disordinato, ma in cui è possibile ancora vedere due cerchie, oltre alla terza più esterna di Monte Pino, M. Cuore, M. Marino, fino alla ferrovia Gallarate-Casorate. Ad occidente della linea si possono osservare tre allineamenti (compresa la più esterna, vista prima), e cioè, quello di C.na Ronchetti, quella del Casello Ferroviario - S. Ilario - La Gazza, e quello di Casorate (sud).

Notevoli i profili causati dal taglio della nuova Strada Statale del Sempione attraverso i rilievi di queste tre cerchie: in qualche punto sembra materiale alquanto fresco, meno fresco in altri punti. Non finiscono però a Casorate Sempione le morene rissiane. Infatti altri profili si possono osservare un pò più nell'interno, prima di giungere alle morene würmiane. Uno trovasi appena sopra la C.na della Valle (materiale un po' alterato; massi erratici; la sovrastante Fornace del Ròccolo non funziona più per la mancanza di materiale, cioè per la mancanza di lehm che riveste queste formazioni); un altro, dietro due ville costruite recentemente sul lato sinistro della strada che da C.na della Valle sale alla Statale, appena prima dello sbocco (materiale morenico un po più alterato del precedente, molto simile per aspetto a quello di Oggiona, più che a quello delle sezioni di Casorate e di Solbiate Arno).

Con Somma Lombardo entriamo nel Würm (vedi avanti).

Al di là del Ticino le prime avvisaglie di morenico si trovano a Pòmbia, nel vallone sotto il Cimitero Vecchio; ferretto (forse I interglaciale) in basso, alluvione del diluvium medio sopra, morenico sul cappello; altra sezione di fronte: ferretto alla base, morenico Riss in alto; altra sezione ancora in alto, lungo la strada che scende alla Stazione, con solo diluvium medio; morenica è l'emergenza del Castello (293 metri): corrisponde alla cerchia più esterna di C.na Ronchetti presso Casorate. Notevoli sono le due morene di Varallo Pòmbia, dirette al Ticino con tendenza verso S E mentre quelle corrispondenti di Casorate erano verso S O: il che significa che il punto più meridionale di questa fronte doveva trovarsi, come posizione, in corrispondenza dell'attuale solco del Ticino, tra i paralleli di Castelnovate e di Maddalena.

Le due morene parallele di Varallo poggiano sulle origini alte dell'altopiano di Diluvium Medio; ma scarsi sono i profili netti: grossi erratici da Selviggia in giù (prima d'arrivare ai terrazzi di Diluvium recente); qualche sezione lungo la strada che scende a Baraggia; in un interessante taglio artificiale effettuato nel 1953 a nord del paese si poteva osservare il tipico Riss simile a quello di Oggiona e delle ville di Somma Lombardo). Le morene sono due: quella veramente su cui è situata la borgata e la stazione, e quella chiamata il Monte e che continua con il Santuario della Madonna - Motto Marenda, ecc.. Subito a nord comincia il Diluvium recente della valle S. Pietro e le morene würmiane di Belvedere - Borgoticino ecc..

Ad occidente si entra nel dominio del ferretto Mindel (altopiano) coperto della parte più settentrionale di morenico Riss.

6. - **I limiti più esterni del morenico Riss** si trovano lungo questa linea: quota 333 tra Preia Vizza e C.na Fornace (qualche traccia problematica anche a Divignano, traccia d'altronde plausibile data la posizione intermedia tra Pòmbia e Contúrbia), Castello di Contúrbia 343, Agrate Contùrbia (profilo vallone sotto C.na Ronco: ferretto Mindel morenico in basso, alluvioni del Diluvium medio sopra, morena in superficie), testata valloncello che da Novella scende a Bogogno: blocchi di morenico Riss sovrapposti al ferretto di base, Arbora (dove però per costruire non si usano massi locali, bensì estratti da una cava nella morena ad oriente di Gàttico, segno della maggior fre-

schezza delle morene più interne, rispetto a queste; poi a Maggiate inferiore. Le colline di C.na Ospedale, Vallazza, S. Cristina, Martinale e San Rocco certamente sono moreniche, ma non mi pare si possa fare a meno di interpretarle come mindeliane; i profili bellissimi della C.na Ospedale e di Martinale sono significativi al riguardo, anche se la superficie sembra quà e là interessata da materiale più fresco, che però potrebbe essere interpretato come semplice fluvio-glaciale Riss. Sicuro morenico un po' recente lo si ritrova, come ragionevole continuazione di quello di Maggiate, alla quota 439 sopra S. Rocco di Briga. Questo significa che, se la fronte aveva forma regolare, doveva giungere a interessare la longitudine della Stazione di Borgomanero e di S. Marco presso le cui case (Stabilimento Savoini) l'Ing. Novarese ha messo il limite della fronte del ghiacciaio del Cusio, e dove perciò le due fronti, staccate più a monte, si può supporre che si saldassero, almeno nel periodo di acme rissiana (certamente nel Mindel): tutto questo piano e cosparso di massi alquanto voluminosi.

Continuiamo nella linea limite tra ferretto è Riss. La strada che da S. Rocco sale a S. Colombano separa tutto il dosso porfirico di S. Colombano, privo assolutamente di morenico, dalla quota 439 con molto morenico; la linea continua in direzione nord tra il piano vitato senza morenico e la quota 456, in morenico, scende in Valle Agogna (il Motto la Croce è in morenico), passa per il Cotonificio di Grata, risale la valle della Vina, poi la valletta di Monzasca fin quasi ai Ronchi (526-527), alle quote 536 e 561, s'innalza fino ai 635 metri in Boscaglia sopra Colazza, il cui materiale potrebbe però anche venire interpretato come morenico Mindel, dato il grado di alterazione.

7. - Vediamo ora se è possibile tracciare in questo ambiente piemontese una **linea di separazione tra il morenico Riss e quello Würm**, più interno, come abbiamo già fatto per la Lombardia.

Partiamo dal Ticino. Le morene würmiane di Somma-Belvedere non possono trovare la loro naturale prosecuzione che in quelle del Belvedere-Borgo Ticino. Perciò la Valle San Pietro si può scegliere come inizio della linea separatrice, ad oriente. Ma dopo, nessuna sezione un po' importante ci può aiutare nella distinzione tra Riss e Würm. Forse le colline ad oriente di Gàttico, trovandosi esse al limite tra la idrografia centripeta e quella

che scende direttamente all'Agogna, potrebbero essere già würmiane, mentre rissiana sarebbe la collina di Gàttico; in tal caso la selletta che separa Gàttico dalle morene würmiane potrebbe essere scelta, allo scopo di questa separazione, come caposaldo centrale tra la Valle San Pietro ad un estremo e la valletta sui 375 m. tra Invorio Inferiore e Paruzzaro, cioè tra il cordone morenico 406 appena sotto Invorio Inferiore e il cordone morenico 397 appena ad occidente di Paruzzaro all'altro estremo.

Una bella sezione che ci mostra un morenico alquanto alterato, molto probabilmente rissiano, la si può vedere sulla sinistra della strada che da Revislate porta a Comignano presso una casa nuova poco ad ovest della quota 373. Ma su tutto ciò mi sia permesso di discutere in seguito, quando avremo esaminate le cerchie moreniche che per molti aspetti possiamo definire würmiane. È ovvio ad ogni modo, che quando mancano elementi stratigrafici probabili dobbiamo affidarci ad altri elementi, soprattutto derivati dal collegamento effettuabile sulla carta e sul terreno, con i punti sicuri delle sponde del Ticino; seguendo questo criterio le prime cinque cerchie più esterne fanno parte del sistema rissiano (circa 3 Km.; meno dei 4 Km. lungo il Ticino; ma si deve pensare che siamo ormai sulle sponde dove le formazioni si ravvicinano) e le altre 6 interne fanno parte del sistema würmiano (circa 4 Km.). D'accordo che sarebbe preferibile un metodo diverso, ma poichè altri metodi e criteri non si hanno, e d'altronde vogliamo arrivare ad una conclusione sia pure solo probabile, non possiamo scegliere che il criterio del collegamento topografico; il quale, però si vede che nel caso nostro per lunghi tratti coincide col criterio morfologico-idrologico. Anche qui infatti, passando da Borgomanero ad Arona, cioè dall'esterno all'interno, prima si sale attraversando cerchie moreniche digradanti verso l'esterno dell'anfiteatro (cerchie, sia pure molto manomesse dall'erosione torrentizia; circa 4 Km.); poi, giunti sul culmine della morena più esterna würmiana, si scende sempre più verso l'interno (6 cerchie, alquanto ben delineate in molti punti; circa 5 Km.).

8. - Veniamo ora alla descrizione delle cerchie moreniche rissiane dell' anfiteatro del Verbano.

1) La più esterna cerchia morenica rissiana ha inizio con il morenico (m. 625) appoggiato alla lunga Motta dell'Albuiera sopra Colazza (quello di Boscaglia a 635 m., all'esterno, ha tutto l'a-

spetto di morenico Mindel), prosegue per la cerchia di piccoli dossi che chiudono la piana di Invorio, dossi che hanno un'ossatura paleozòica ma la cui forma è certo dovuta al morenico che li ricopre (Mongolio, Monzasca, Castellazzo, Cevola; si passa così al Motto la Croce e alla quota 432 del Monte San Colombano (questo è totalmente privo di morenico).

La piccola catena rocciosa, ad occidente, dei dossi Monte Alto - Motto Rocchetta - M. Bello (626-562-491) forse tenevano separati i due anfiteatri (Verbano - Cusio); ma poichè i piccoli dossi di Bolzano e ad oriente di Bolzano sono di morenico del Cusio e sono lambiti ad oriente dal T.te Agogna, che poi lambisce le falde delle cerchie più esterne del Verbano, così il loro fluvio-glaciale si mescolava formando i terrazzi dell'Agogna dai dintorni del cotonificio di Grata fino allo sbocco del fiume a Briga. Il dosso del R.lo Ferrari (394) che sbarra la valle Agogna è di pliocene (argille sabbiose micacee azzurre con frustuli di vegetali) ma abbondantemente coperto di morenico la cui prosecuzione trovasi a Baraggia poco a nord di Borgomanero.

Continuiamo: la cerchia prosegue poi per Maggiate Inferiore, passa ai piccoli dossi di Arbora, di Agrate, al Castello di Contùrbia, a Divignano e al dosso del Cimitero vecchio di Pombia.

Passato il Ticino, questa cerchia continua con le colline di di C.na Ronchetti, di Crenna, della chiesa di Oggiona, di Solbiate Arno, Tarabara, C.na Maisa, Morazzone paese (forse anche Bressanella), Cimitero di Schianno, La Villa, C.na Vigna sopra Bizzozero. E qui la cerchia s'innesta con quella del Ceresio, come nei pressi di Cantello e Ligurno avveniva l'innesto della cerchia Ceresio con quella del Lario.

2) La seconda ha inizio con il caratteristico dosso 601 sopra Colazza, prosegue con le quote 461, 454, 451 della Mornerona, Orio, 431, 404, Motto Grande e Motto Düno, colline di S. Michele, Maggiate Superiore, piccoli dossi del Roccolo Marchina, colline tra Arbora e Veruno; colline tra Agrate e Revislate, tra Conturbia e il Padule, tra Divignano e Preia Vizza; dossi di Pombia e del Castello. Oltre il Ticino, si entra nella cerchia di S. Ilario, Monte Marino, Monte Diviso, Premezzo, Orago (interruzione del solco del F. Arno), ecc. fino a Morazzone, Schianno, S. Maria Maddalena, C.na Maroni, Giubiano, parte di Biumo, ecc.

3) La terza comincia con Colazza-Casate, prosegue con la Madonna del Castello sopra Invorio Superiore, con le quote 432,

454 (= Pomèvola), 441 (= Castanela) del piano d'Invorio; poi Motto Saresia, dossi di Talonno, Motto Bressanella, Veruno, Revislate, ecc., fino alle ondulazioni tra Pombia e Varallo Pombia. Oltre il Ticino, la cerchia prosegue con le morene di Casorate-Masnago, M. Cuore-Monte Pino, Monti del Laghetto, Ierago, Albusciago, Monte, Montino, Castello di Caidate, Roccolo di Morazzone, Piana di Luco, Tallizia, ecc. fino a Miogni e oltre.

4) La quarta, ad occidente comincia ad essere frazionata per l'emergere dei Motti paleozoici tra Dagnente e Montrigiasco. La lingua, penetrata dalla valle di Meina, forma sul piano di Invorio la cerchia di Invorio Superiore. Invece la vera grande cerchia, per il resto ancora unitaria, ha inizio con i ripiani di Montrigiasco e prosegue per Invorio Inferiore, Barquedo, Gàttico, ondulazioni poco a nord di Revislate, e avanti fino a Varallo Pombia. Recenti scavi a Invorio Inf. per costruzioni mostrano un morenico alquanto alterato.

Oltre il Ticino, la cerchia prosegue con le colline della Chiesa di Casorate e, poi, presso Besnate, con la lunga cerchia che dalla Villa Ravellino giunge ininterrotta fino alla C.na Cattabrega; poi Caidate e Brunello; con il Roccolo di Morazzone, questa e la seguente cerchia si confondono con la precedente terza.

5) La quinta interessa anche la lingua della valle di Meina (terrazzo sopra Ghevio), ma soprattutto la grande conca, e cioè: falde Motto Gaggioli, quote 407 e 406 sotto Invorio; poi ancora Barquedo, il Cappotto, Pulino, Bolla, ecc. fino a Cagnago, Motto Marenda, la Madonna e il Monte di Varallo Pombia. Oltre il Ticino, la cerchia prosegue con le ondulazioni appena a sud di Somma Lombardo, con Besnate paese e con le colline di Menzago, Sumirago, Cimitero di Brnnello. Poi la cerchia volge al Roccolo di Morazzone.

Sono perciò complessivamente circa cinque cerchie. Il diametro della cerchia più esterna è di circa 32 Km. (Agogna-Bustecche di Bizzòzero); la larghezza della fascia rissiana visibile si mantiene sui 3-4 Km. dovunque. La distanza del morenico rissiano più esterno dal morenico mindeliano più esterno visibile è di circa 3 Km. nella parte centrale (Divignano, Carnago), ma diventa sempre più piccolo agli estremi. La distanza del morenico rissiano più esterno dal morenico würmiano più esterno è poco più dei 4 Km. visti sopra, perchè la fascia esterna würmiana viene spesso a contatto diretto con la fascia interna rissiana.

10 Anaglaciale Würm (Diluvium recente *partim*).

Già si è detto che nel nostro territorio si trovano numerose sezioni di alluvioni, raramente grossolane, in genere di ghiaia non grossa o addirittura di sabbia, tanto fresche, che si debbono interpretare come recenti.

Alcune, nell'interno degli anfiteatri morenici, sono coperte da morenico recente, al quale perciò sono anteriori: altre, all'esterno delle cerchie würmiane, si trovano nei solchi che si debbono supporre scavati in un primo tempo durante il ritiro dei ghiacciai rissiani e durante l'interglaciale, e poi colmati quasi totalmente con queste alluvioni.

Tali alluvioni non appartengono perciò al III interglaciale, ma piuttosto, se vogliamo usare la terminologia del Trevisan, all'anaglaciale würm, trascinate e abbandonate durante la grande fase pluvio-nivale dell'aumento delle piogge e della discesa dei ghiacciai.

In generale la parte più profonda è costituita da materiale più fine; e, senza tuttavia una regola costante, la grossezza aumenta con l'altezza. Come vedremo, durante le fasi di ritiro dei ghiacciai avvenne poi il terrazzamento (per prevalente erosione) in questa massa che riempiva, fin quasi al livello del piano del Diluvium Medio, i solchi precedentemente scavati.

È molto interessante osservare due fatti notevoli:

1. - **I terrazzi sono ricavati dalla intera massa unitaria,** tant'è vero che dove è possibile l'osservazione, si può constatare che gli strati alluvionali più profondi dei terrazzi più alti continuano visibilmente e regolarmente a formare anche l'ossatura fondamentale dei terrazzi bassi, terrazzi che sono d'altronde scavati anche nelle più diverse rocce delle più diverse età che i fiumi possono avere incontrato.

Dunque trattasi di prevalente erosione e non di prevalente sedimentazione.

2. - **La superficie alta dei terrazzi,** bassi o medi o alti che siano, in generale è **costituita di 2-3 metri** (talora meno, talora più), di **un caratteristico fluvio-glaciale grossolano** che nulla ha a che fare con tutto quanto sta sotto, sia, questo, quaternario o prequaternario. In qualche caso si può notare anche il regolare passaggio dal fluviale puro al fluvio-glaciale. Tutto ciò dimostra che il riempimento dei solchi avvenne non durante l'acme o il ritiro dei ghiacciai würmiani, ma durante l'avanzata degli stessi ghiacciai

(periodo pluviale, di grandi piene), e che, invece, il terrazzamento corrisponde in genere, come meglio vedremo, a fasi di ritiro dei ghiacciai Perciò tanto le alluvioni coperte da morenico recente, quanto le alluvioni terrazzate e coperte da fluvio-glaciale appartengono all' anaglaciale würm mentre la superficie dei terrazzi appena sottostanti al terrazzo più alto che sostiene le morene, fa parte del corrispondente cataglaciale.

Nel territorio piemontese le sezioni, come al solito, sono estremamente rare, salvo lungo il solco del Ticino. L'unico, vorrei dire, all'infuori di quelli del Ticino, é quello che si può osservare a sinistra della strada che da Dormello conduce a Mercurago poco prima della svolta per cui si entra in Mercurago. È un'alternanza di sabbie, di ghiaie e di argille sabbiose, coperte da un mantello di qualche metro di morenico recente, molto grossolano. Siamo nell'interno delle cerchie; anzi nel dominio della cerchia immediatamente sopra il lago (III gruppo würmiano)

Scendendo lungo il Ticino, queste ghiaie aumentano di spessore (per la minore erosione glaciale), sempre coperte da morenico recente, e questo, magari, da alluvioni dei terrazzi. Per es. a tergo della Stazione di Porto Varalpombia, la parete unitaria, alta 80 metri che guarda verso il Ticino risulta così costituita: ghiaie alla base, per circa 60 metri; più sopra, circa 10-15 metri di morenico con giganteschi erratici; ancora più sopra, ghiaia fluvio-glaciale fresca coperta da uno strato di un metro di lehm che costituisce la superficie dei terrazzi. Notevoli le due sezioni del terrazzo Paniscera (sotto Varallo Pombia) alto 70 metri, costituito di alluvioni fresche (sabbie e ghiaie), sfruttate da due cave e coperte da una quantità vorrei dire enorme di sassi grossolani, alcuni del diametro anche di 70-80 cm. Qui la carta geologica indica giustamente una base di alluvioni antiche (sincrone del «ceppo»), come ha dimostrato il traforo del poderoso Condotto del nuovo Canale.

Sulla sponda lombarda i profili sono simili a quelli della sponda piemontese: da Sesto Calende fin oltre Golasecca, alluvioni fresche, coperte da morenico recente e questo, coperto da lehm e talora, nei terrazzi più bassi, anche da ghiaie da terrazzamento. Nella grande ansa della Baraggia-Strona, la parete del M. Belvedere, alta 75 metri, è tutta di alluvioni recenti coperte da morenico recente, e questo da un po' di lehm (Capanna Belvedere). Lì presso, nella parete del terrazzo un po' inferiore (Porto

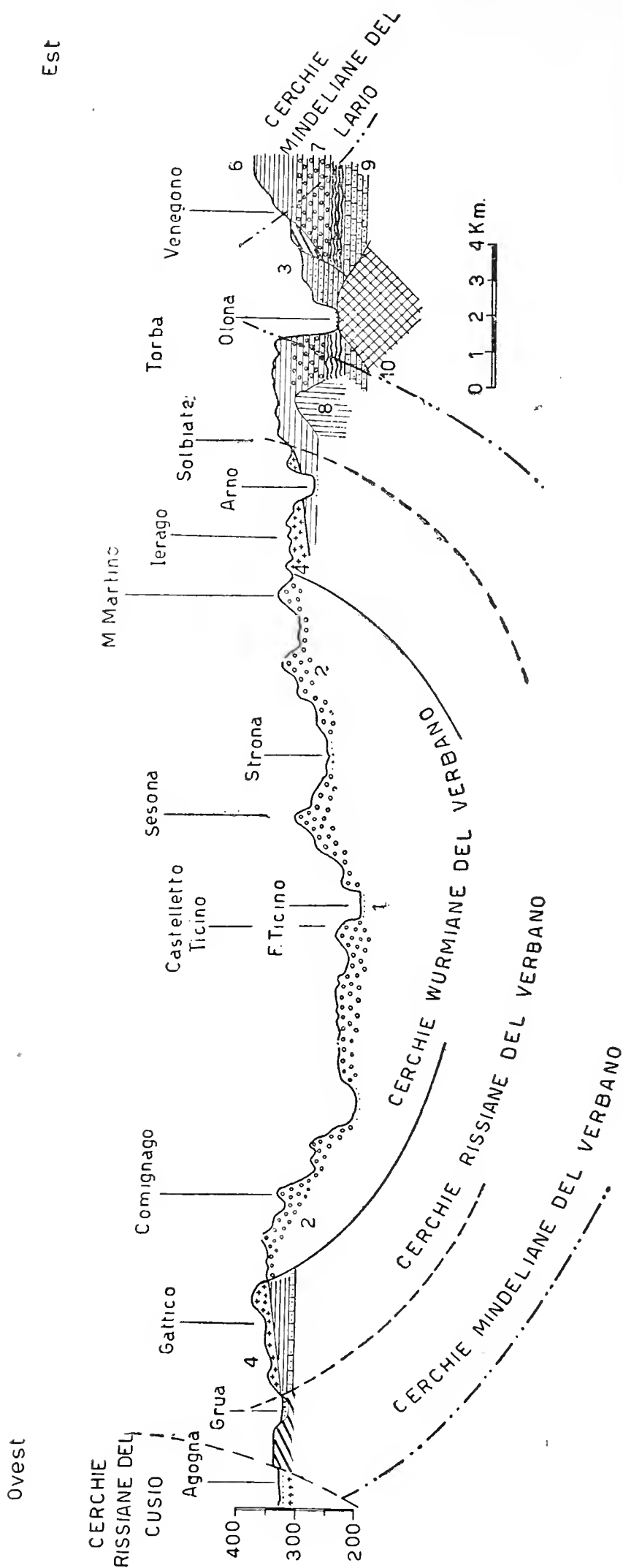



Fig. 9 — *Sezione attraverso la regione collinosa morenica dal F. Agogna al F. Olona.*

1. Alluvium dei fondi valle Agogna, Gèola (erroneamente scritto Grua), Ticino, Strona, Arno e Olona; 2. Colline moreniche würmiane; 3. Alluvioni recenti (anaglaciale W.) terrazzate durante il ritiro dei ghiacciai W.: 4. Morenico Riss; 5. (senza numero) Diluvium medio (le alluvioni sono orizzontali; l'inclinazione delle linee ha solo valore di simbolo); 6. Ferretto (facies morenica, alluvionale, lacustre); 7. Alluvione cementata del « Ceppo », con la base di alluvioni non cementate; ad occidente della linea Arno alto-Olona, all'altezza di quest'alluvione vi è la base del ferretto, tutto di facies alluvionale; 8. Morenico Günz (la verticalità delle linee ha solo valore di simbolo); 9. Argille plioceniche marine; 10. Molassa oligo-miocenica. Le linee arcuate non sono da considerare in profondità ma convesse verso l'osservatore, cioè grossolanamente verso Sud.

della Torre - Foce Strona), nella parete di ghiaia e sabbia alta 60 metri sono scavate due-tre notevoli cave, tutte proficue.

Più a monte e più nell'interno, nella Brughiera di Santa Caterina, vi è aperta una cava dello stesso materiale, coperta da poco fluvio - glaciale.

Più a valle, lungo il Ticino, continua la stessa formazione, in parete unitaria o terrazzata, senza però cave notevoli. Invece vi sono cave d'una certa importanza sotto Somma Lombardo, lungo la strada sul ciglio del terrazzo più alto di Diluvium recente che dà sul ripiano appena sottostante, ciglio chiamato le Coste (termine generico per indicare un ciglio lungo di terrazzo, di qualunque materiale sia esso formato); nelle vicinanze, altre cave, abbandonate alcune, una in attività: sempre lo stesso materiale. Altre cave nel piano della Brughiera (Malpensa, ecc.). Qui l'aridità è data, non tanto dalla scarsa alterazione delle ghiaie e sabbie e dalla qualità litologica del materiale, con assenza di calcare, quanto e soprattutto, dalla falda acquifera normale troppo profonda (60-70 metri).

Nell'interno dell'anfiteatro del Verbano, nella parte varesina, non ho visto sezioni notevoli di sabbie e ghiaie sottoposte a morenico recente nè, tantomeno, a fluvio glaciale (salvo ciò che si è detto del Belvedere e di Besnate), e salvo particolarità di importanza secondaria lungo il solco medio della Strona.

Sono invece notevoli alcuni profili all'interno dell'anfiteatro morenico di Porto Ceresio.

Come si disse, nella grande cava di San Salvatore presso Induno, sopra le alluvioni recenti che ricoprono il nucleo di probabile ceppo, si adagia materiale morenico fresco. Così sopra le sabbie e ghiaiette d'una cavetta presso Sant'Alessandro di Arcisate; e altrettanto sopra una cava di sabbia e ghiaia lungo la strada che scende da Brenno Useria al Molino di Bevera (a destra prima del ponte ferroviario); e così pure in una cava di quasi pura sabbia presso il Crotto delle 4 Vie di Brenno Usèria.

Anche queste sabbie e ghiaie che si rinvengono nell'interno dei nostri anfiteatri, a mio parere sono essenzialmente anaglaciali; e ciò, nè interglaciali (Riss - Würm), nè postglaciali (e questo è ovvio in quanto sostengono morenico), ma neppure interstadiarie. *Infatti non ho mai trovato morenico sottostante a queste alluvioni*; questo per quanto si vede, perchè non è escluso che ulteriori osservazioni possano testimoniarci anzi di fenomeni stadiari con leggere avanzate nella complessiva fase cataglaciale.

All'esterno degli anfiteatri würmiani, lungo i solchi dei fiumi questa formazione si presenta in tutta la sua grandiosità, specialmente nella Valle del Fiume Olona. Nulla nelle confluenti Val di Poscalla e Val Bèvera: poco, e solo nell'angolo Cantello-Rodero - Casanova Lanza, in Val Morèa: alluvioni terrazzate sotto Ròdero, dove talora sembra che esse siano sopportate dal tipico ceppo, alla lor volta coperte da grossolano fluvio - glaciale proveniente dalla vicina fronte di Stabio (attraverso la valle quasi relitta dei Gioghi); sotto Caversaccio, dove, dal Molino del Traffico sul fondovalle al ciglio, si potrebbe comporre il seguente probabile profilo: base di morenico günz al Molino (sorgenti sopra); ceppo grossolano appena sopra, e poi sabbie più o meno cementate; alluvioni recenti delle cave, appena sotto il ciglio; debole copertura di fluvio - glaciale in superficie. Più semplice è il profilo d'una cava abbandonata lungo il sentiero che da Casanova Lanza va al Molino: solo ghiaia recente coperta da poco fluvioglaciale: in ambedue i casi le morene würmiane sono distanti non più di 300 metri.

Ecco un elenco delle cave della Val dell'Olona nelle quali tutte è possibile vedere quanto si è detto: Costa Màra (o Vergelletta e C.ne Valeggio); a destra della strada che dall'Osteria Belvedere scende a C.na Nuova Castelli; sul terrazzo 362 sopra Valle; solco sotto 358 a S E di Valle; cava di sabbia molto fina su uno sprone di Malnate (poco ceppo alla base, pareti di sabbia recenti, cappello di bel fluvioglaciale); Cave di San Salvatore (2-3); cave ai due lati della strada che va da Vedano a Malnate e che interessano il piano di Diluvium recente di Celidonia-Malnate; cava del terrazzo basso sopra il Ponte di Vedano: cava nel terrazzo di Santa Maria, sopra lo stesso ponte; 2 cave sotto Lozza che interessano due terrazzi vicini, uno basso l'altro alto; cava presso il Molino Fontanelle, forse con base di ceppo; cava di Castiglione Olona; cava di San Pancrazio (Gornate Olona); due cave di fronte a Torba; un tentativo fallito, di fronte a questa, perchè il materiale si presentò invece molto compatto, forse ceppo (quello di Lonate Ceppino, ecc.).

Più a valle le cave non hanno dato buoni risultati perchè la valle risulta qui scavata non nelle alluvioni recenti ma nel ceppo con sottoposte le alluvioni un po' sfatta del Günz; fa eccezione la cava di fronte a Castellazzo di Fagnano Olona. Sulla pianura di Diluvium recente, nel dominio dell'Olona, è notevole quella tra Bèrgoro e Cairate, mentre nel dominio dell'Arno (fuori

dalla vera valle che non ha mai dato materiale sano e fine), quelle sul piano di San Macario - Madonna della Neve, ed altre ancora ma di secondaria importanza. Insomma le migliori sono quelle nell'alta e media valle dell'Olona perchè le altre della pianura dovendo sfruttare solo la superficie, trovano solo ghiaia fluvio-glaciale anzichè sabbie e ghiaie fini del III interglaciale. Naturalmente entrando nella vera pianura (cioè dalla latitudine di Castellanza), aumentando lo spessore dell'anaglaciale Würm, aumenta enormemente la possibilità di estrazione di ghiaie e sabbie fresche.

11. Le cerchie moreniche Würmiane.

Le cerchie un po' più interne, di cui alcune giaciono visibilmente sulle alluvioni recenti e altre si possono collegare a quelle seguendo un criterio morfologico, sono würmiane.

Le morene würmiane da noi, in generale, si mostrano effettivamente meno alterate delle precedenti: in generale, chè nei particolari si hanno notevolissime eccezioni, per le più diverse e ovvie cause. Il materiale sabbioso e quello argilloso - sabbioso, è piú abbondante che nelle morene rissiane. La morfologia è in genere più sicura, perchè le cerchie, come tali, hanno conservato molto della loro forma originaria. Spesso si ha un'idrografia centripeta, cosa che raramente avviene per le morene rissiane. Mentre nella fase di acme rissiana con certezza tutte le fronti dei nostri ghiacciai erano saldate (Verbano, Valle Rasa, Val Ganna, Val d'Arcisate, Mendrisio, Faloppia, Como), e quelle del Verbano, Arcisate, Como (e poi Erba, Lecco) depositavano fino a cinque grandiosi regolari archi unitari saldati, da Borgomanero nel novarese fino a Pontida in quel di Bergamo, durante il würm le lingue e le fronti subivano le conseguenze dell'emergere sempre più dei rilievi rocciosi prequaternari al di sopra dell'altitudine della superficie dei ghiacciai. Così la linea delle morene esterne würmiane non solo non è continua, ma anche dove è continua è spesso tutta frangiata da sporgenze e rientranze planimetriche, e non sempre riesce un po' sicura la ricostruzione soprattutto per le fasi di maggior regresso.

Si ebbero così le fronti distinte dei seguenti ghiacciai: Verbano, val Rasa, val Ganna, val d'Arcisate, Mendrisiotto, Faloppia, Como, Erba - Lecco, Valsàssina, più ad oriente.

Il territorio nell'àmbito nostro, in cui la distinzione stratigrafica, nel senso che si è detto sopra, è più evidente, è quello centrale e cioè quello che va da Besnate a Varallo; e qui è pos-

sibile tracciare con una certa sicurezza una linea di separazione tra i due tipi cronologici di morene. È anche qui possibile, cosa che a noi ora interessa maggiormente, avendo del rimanente già detto più sopra, descrivere un quadro generale delle fasi di stazionarietà e delle interposte fasi di rapido ritiro.

Quanto alla ricostruzione delle cerchie würmiane, mi riferisco a quanto ho espresso nei riguardi delle cerchie rissiane.

Sono sei, che si possono tuttavia riunire in tre gruppi principali.

1. - **Anfiteatro del Verbano.** *La prima* a contatto, o quasi con la più interna rissiana, è rappresentata dalla lingua che pe-

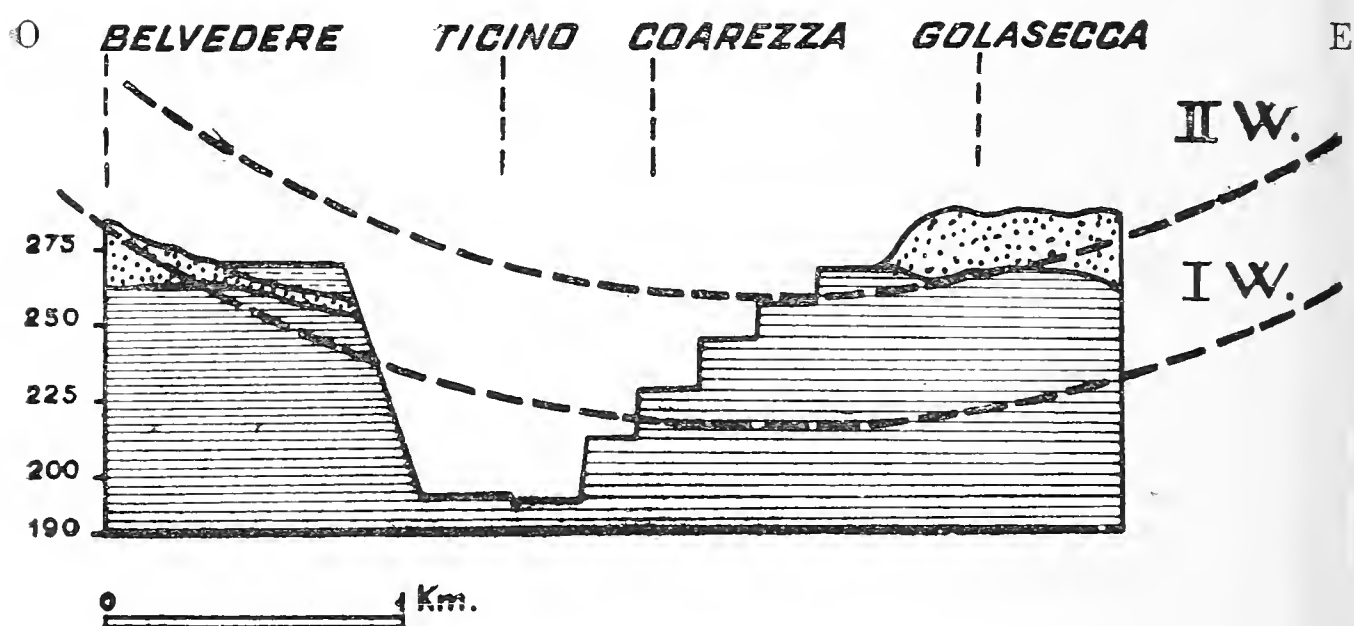



Fig. 10 — *Sezione attraverso il solco del Ticino dal Belvedere di Varallo P. a Golasecca.*

Il basamento è interamente costituito di alluvioni recenti su cui poggiano le morene würmiane in due cerchie composte, quella del Belvedere-Somma (I) e quella di Golasecca (II). — Notare il terrazzamento plurimo sulla sponda orientale (confluenza Strona-Ticino) e il terrazzo alluvionale costruito sopra il morenico della cerchia più esterna del Belvedere.

netrava nella valle di Meina costruendo il meraviglioso terrazzo morenico di Massino (465), Nebbiuno, Corciago, Pisano, Ghevio. Tutto il monte di Montrigiasco era emergente, mentre in un primo tempo tutto il gruppetto di monticelli triassici e paleozoici era sommerso sotto il mantello di ghiaccio. La prima grande cerchia ha inizio con il Motto Lungo di S. Eufemia; oltre la Vevera prosegue nell'arco di colline di S. Marcello, Motto Cerea, al Malo, Solivo, Borgo Ticino alto, Belvedere di Talese. Al di

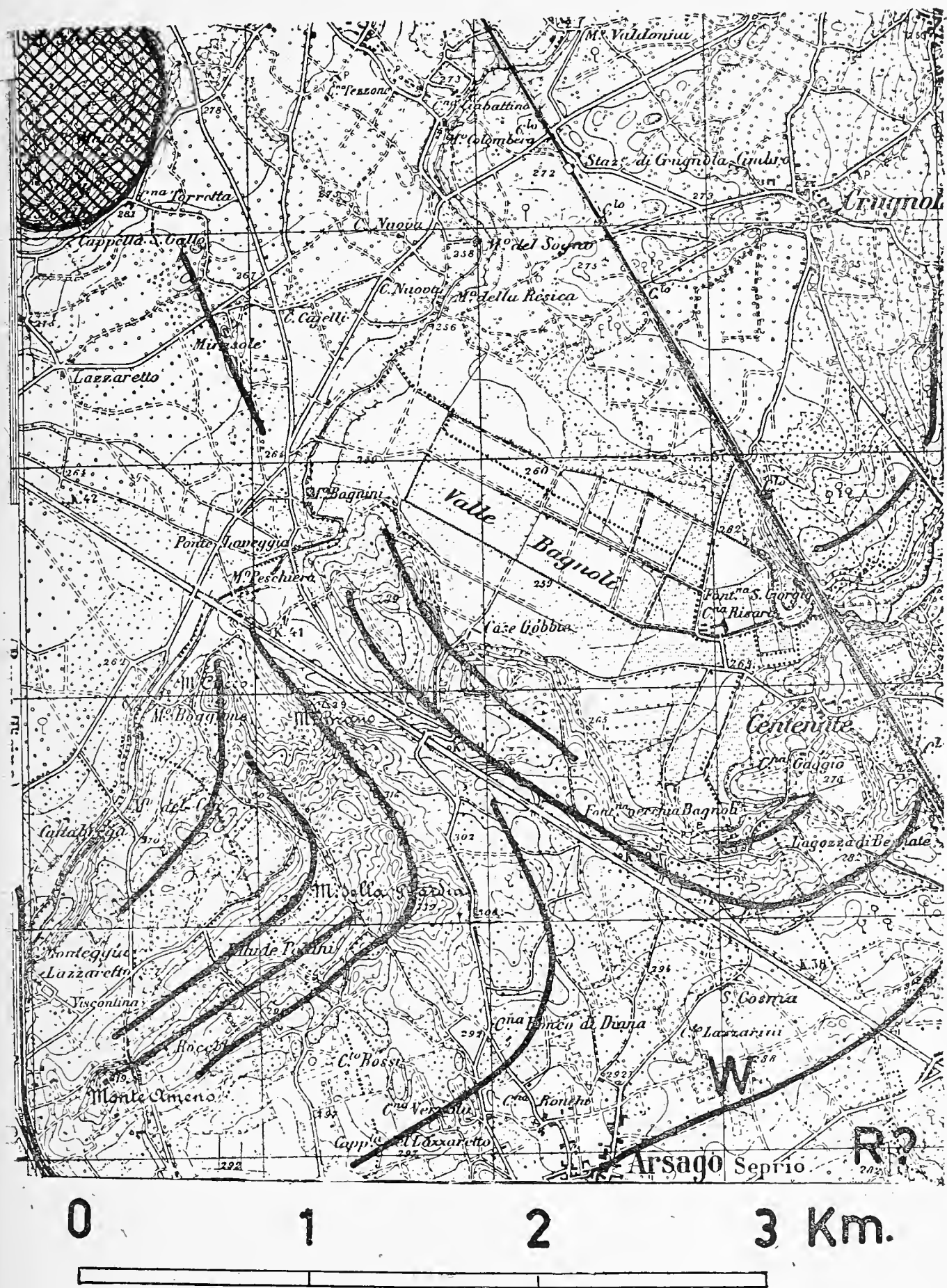



Fig. 11 — *Le cerchie più esterne würmiane nell'angolo SE dell'Anfiteatro del Verbano* (regione Somma Lombardo).

La cerchia più esterna è continua; le altre 4-5 accennano chiaramente ad una suddivisione causata dall'emergenza del dosso oligo-miocenico del M. S. Giacomo di cui quì è indicato col tratteggio lo sperone più meridionale (dai tipi dell'I. G. M.).

là del Ticino questa cerchia ha inizio con il Belvedere di Somma, prosegue per Arsago, piano di Besnate, Montaccio, S. Martino, Quinzano, M. Asei, Montonate, Vegonno; gira attorno al S. Quirico (oligo-miocene), forma la bella cerchia della Gazzada che giunge a Bosto, Villa Mirabella di Varese, Excelsior.

2. - *La seconda* ha inizio col dosso di Villa Polli sopra Arona, prosegue per Paruzzaro, S. Martino, Costa Rivaldone, Bosco Solivo, e avanti fino a Borgo Ticino basso, Motto Murate. Oltre il Ticino continua, insieme con i resti notevoli della successiva cerchia, per la bella serie di colline che alle spalle di Somma formano il Monte Ameno e il Monte Cucco, Mirasole, C.na Torretta sotto il Monte Ferrera. Oramai la colata è bassa e non riesce a superare il dosso oligo - miocenico del S. Giacomo sopra Cuvirone, pur riuscendo forse a superare quello di Casale Litta. Si forma perciò, contigua alla precedente, un'altra lingua, quella di Vinago. Le colline costruite da questa lingua vanno dal Mirasole a Centenate, circondando la Valle Bagnoli, e poi a Crugnola, Vinago, Torre di Mornago, Tordimonte, Crosio della Valle, Dobbiate, Castello di Azzate. Seguono, attorno alla conca del Lago di Varese, non più colline ma terrazzi, d'altronde poco decifrabili e ancor meno suscettibili di razionale collegamento.

3. - *La terza cerchia* ha inizio con il lungo dosso di Muggiano; prosegue verso Villa - Comignago, poi a Borgo Ticino stazione, a C.na Sebastiana e a Cascinetta; poi, oltrepassato il Ticino si riprende con il Monte Tabor di Golasecca e avanti fino a Sesona, Vergiate, M.te Gennaio, Oriano, Osmate. La lingua del Lago di Varese proseguiva fino a Mornago, dove si costituiva un insieme di colline moreniche trasversali; l'emergenza dei monti oligo-miocenici di Casale Litta e di altri determinava la intrusione della colata diretta a Mercallo di due lingue nelle vallette di Villadosia e del Cuvirone. Forse, oltre a questa catena, e alla parallela catena del Pelada - Croce, tutte le altre emergenze prequaternarie vicine erano ancora coperte dalla coltre di ghiaccio. Tutto il territorio compreso tra Crugnola, Cimbro, Mornago e Villadosia fu probabilmente occupato per parecchio tempo da ghiaccio fossile, tanta è la irregolarità di morenico.

4. - *La quarta cerchia* ha inizio con Oleggio Castello, prosegue con la lunga serie di colline allineate che vanno dal Motto Lagone alla Costa del Pinino, poi alle colline del Bosco del Monte sopra Dorbiè; di qui, oltre il Ticino, passa nel do-

minio del gruppo di Golasecca, a formare le colline di Gogliasco, Valli Rosse, Oriano Ticino. Il Monte La Croce e Le Motte sopra Taino e la stessa Val Lenza oramai emergevano; e il M. Peleda emergendo determinava la lingua di Comabbio e la collina cretacea di Ternate determinava, oltre che la morena di Faraona - Bregano, la lingua di Mercallo - Corgeno, lingua che costituiva il definitivo sbarramento morenico della futura conca del Lago di Comabbio. Le lingue di Cuvirone e di Villadosia erano già un po' scese nei rispettivi valloni che prima avevano risalito; e la lingua di Galliate - Daverio si era alquanto ritirata e abbassata (ma non v'è una morfologia sicura).

Testimonianza di questa fase, verso il Lago Maggiore, è il bell'apparato morenico di Monzeglio - S. Pietro sopra Taino, quasi alla stessa altezza di Oleggio Castello; per quanto tutto il vallone che va da Taino alla Lenza, e che separa il Monte La Croce dai dossi di Cogno è tutto ingombro di morenico, sia pure a forma pianeggiante.

5. - *La quinta cerchia* ha inizio con la lunga serie di dossi che vanno da Oleggio Castello alla C.na Torlera sopra Dormelletto e, poi a Glisente Nuovo e a Castelletto Ticino. Da qui la cerchia prosegue, oltre il Ticino, sulle ondulazioni dei Molini di Mezzo e di Oneda (dove copre il noto affioramento di eocene); prosegue ancora per C.ne S. Giorgio, allo sbocco della Valle Lenza; poi, lambito il dosso oligo-miocenico di Cogno, costituisce le lunghe collinette moreniche da Campaccio a Taino, donde prosegue per la Villa sopra Capronno, Cadrezzate, Monate, Travedona, Mirabella di Brebbia, dove si determinava la palude dell'Acquanegra, compresa tra queste morene e quelle della precedente cerchia. La collina del Gaggio e il ripiano di Varano-Gesiola è la testimonianza della lingua del Lago di Varese.

6. - *La sesta cerchia* ha inizio con le colline di Mercurago e Dormelletto, prosegue verso il Cimitero di Castelletto Ticino e, oltrepassato il fiume, è rappresentata dalla linea di colline lunga quasi 4 Km. che da Barzola va a Barza, Monteggia e, dopo il largo solco dell'Acquanegra, a Mirasole di Brebbia. Nella regione del Lago di Varese forse la lingua s'era oramai ritirata verso Gavirate.

Come dissi in principio, si potrebbe ridurre il complesso di queste sei cerchie a tre gruppi, e cioè ai seguenti:

I) gruppo di: Paruzzaro, Belvedere, Somma Lombardo, Vinago, Gazzada, Varese Giardino Pubblico;

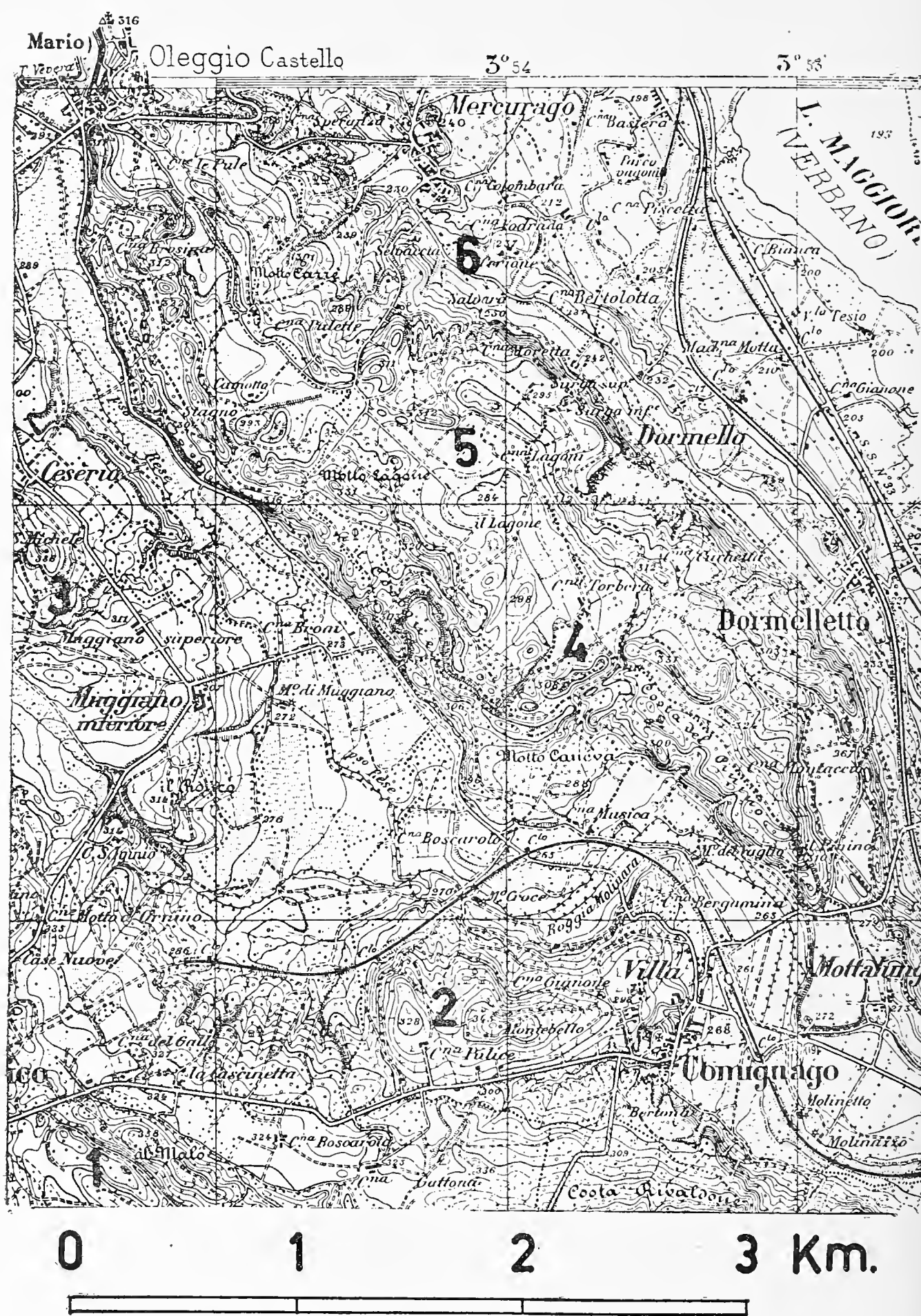



Fig. 12 — *Morfologia di tronchi delle cerchie moreniche würmiane.* Sponda occidentale del Verbano (Piemonte), angolo SO dell'Anfiteatro (dai tipi dell'I. G. M.).

II) gruppo di: Oleggio, Lagone, Bosco del Monte, Golasecca, Vergiate, Taino, ecc..

III) gruppo di: Mercurago, Molini di Mezzo, Barzola, ecc.. Ma non dovunque questa ricostruzione sintetica in 3 gruppi corrisponde alla realtà, come sembra corrispondere nel raggio da Somma a Sesto.

E si può inoltre asserire che nel würmiano, nella regione collinosa varesina, durante la deposizione della I cerchia, nessun rilievo emergeva dal mantello di ghiaccio; durante la deposizione della II, sporgeva il S. Giacomo (m. 434); il precedente e i dossi di Casale Litta, del M. Carbonaro e la catena del Pelada-Croce, la più elevata di tutte (m. 471), ma alle spalle, nel III periodo; nel IV, i precedenti, e la cresta sopra Ternate, il Croce-Motta di Taino e la stessa Val Lenza; nel V e VI, oramai tutto.

Il M. S. Quirico, sopra Angera, alto 412 metri, venne coperto dal ghiacciaio per tutto il Riss e per le prime due fasi del Würm; con la III si forma il terrazzo d'ostacolo a m. 360, con la IV il sottostante terrazzo a m. 340; poi a 300 la V, forse la VI al Cimitero di Ranco (m. 235), se pure questo non fa già oramai parte della settima cerchia che non s'allontana molto dal Lago Maggiore.

Il diametro massimo dell'anfiteatro morenico würmiano del Verbano è di circa 24 Km. (Paruzzaro - Gazzada). La larghezza della fascia morenica va dai 4 Km. da (Paruzzaro-Arona) ai 7 Km. (da Somma L. - Sesto Calende). Più ad oriente non è possibile alcun controllo per il frazionamento della fronte in numerose lingue causate da emergenze rocciose elevate.

Ad un'altra cerchia accenna il Novarese; essa andrebbe da Angera a Ranco, Ispra e da Ispra alla C.na Camilla, ecc. sempre costeggiando il lago; si tratta tuttavia di cosa minima rispetto alle precedenti. È qui dove si ha il famoso erratico Cavallaccio, costituito di serpentino, mentre appartiene al gruppo precedente la Pietra Buia (o della Pita dora) di Sesto presso l'Oca.

Verso Varese la distinzione in cordoni morenici risulta molto difficile, data la presenza di numerosi affioramenti prewürmiani o addirittura prequaternari.

Non molto abbondanti sono i profili del Würm nell'ambiente varesino. Lungo il Ticino, da Golasecca a Sesto Calende, il solito profilo: alluvioni fresche in basso, morenico più sopra, coperto talora da lehm, talora, nelle zone più basse, da alluvioni;

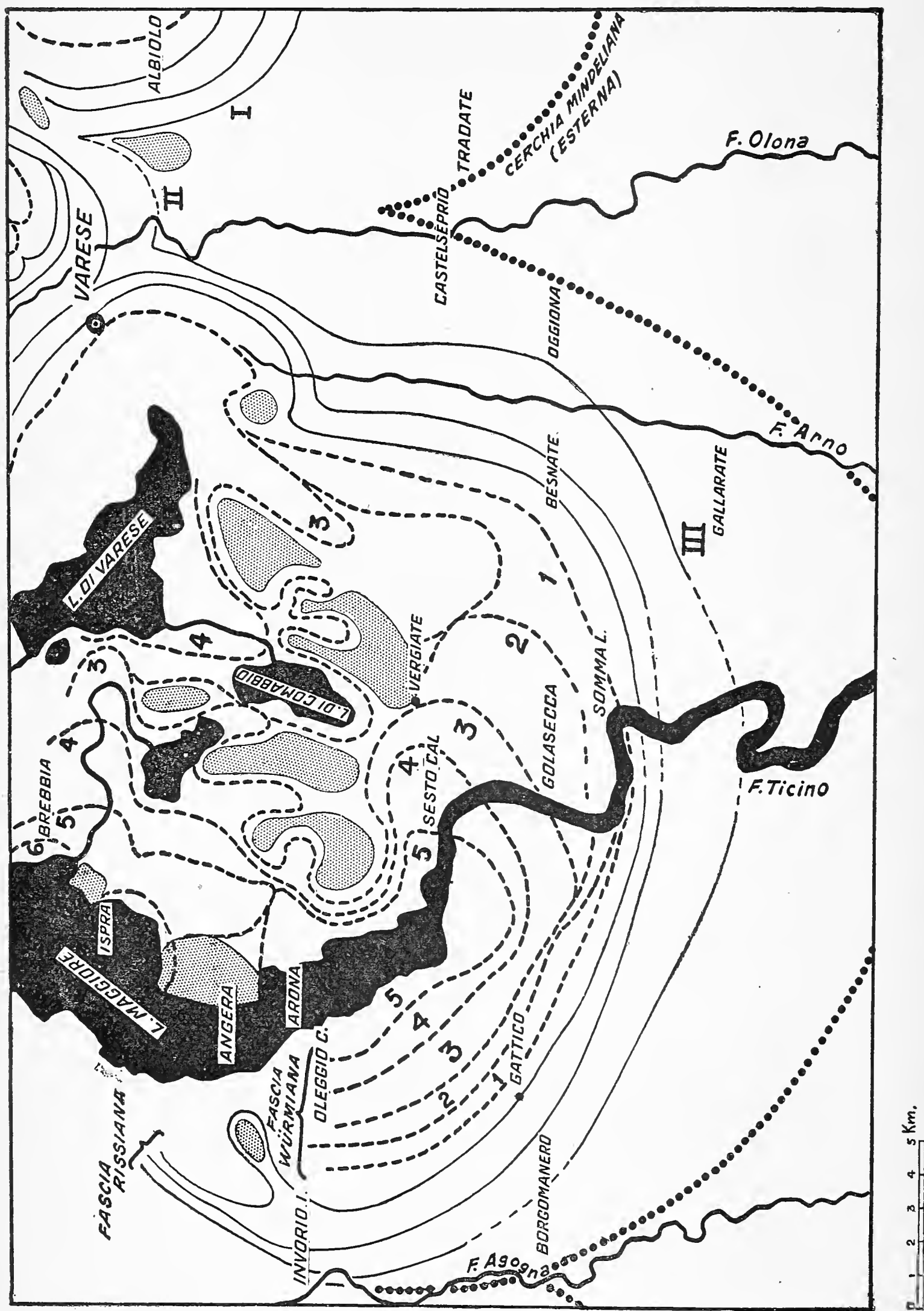



Fig. 13 — *Schema delle cerchie moreniche dell'Anfiteatro del Verbano.* I Anfiteatro Lariano; II Anfiteatro del Ceresio; III Anfiteatro del Verbano.

L'andamento della linea estrema Mindeliana è largamente ipotetica perchè basata solo su ciò che si vede ad oriente di Oggiona, a sud-est di Borgomanero e a sud-est di Tradate. Della fascia rissiana sono indicate solo le cerchie più tipiche. [illegible] — Lo scopo della presente cartina è però soprattutto quello di mostrare il forte tur-
conici. Tipico a questo riguardo è l'andamento della fronte 3. La ricostruzione è basata sulle cerchie e terrazzi

un esempio tipico è quello che si vede lungo il Ticino, a sinistra della strada che da Sesto sale a Golasecca, tra le Cascine Testa e Persualdo: morenico in basso, molto sabbioso e argilloso, in qualche punto piegato, coperto da strati orizzontali di ghiaietta fluviale, con interstrati carbonosi. Lungo i sentieri che scendono da Vergiate a Legnate, e che perciò attraversano le morene del M. Gennaio (III cerchia), piccoli ma numerosi sono gli affioramenti (piccole cavette) d'un morenico oltremodo sabbioso, molto simile a quello della stessa cerchia d'oltre Ticino. Presso l'Autostrada di Besnate (a nord della strada comunale) si ha il seguente profilo: ghiaie e sabbie fresche recenti, in basso; morenico più sopra: circa 1-2 metri di ghiaia in superficie. Un po'

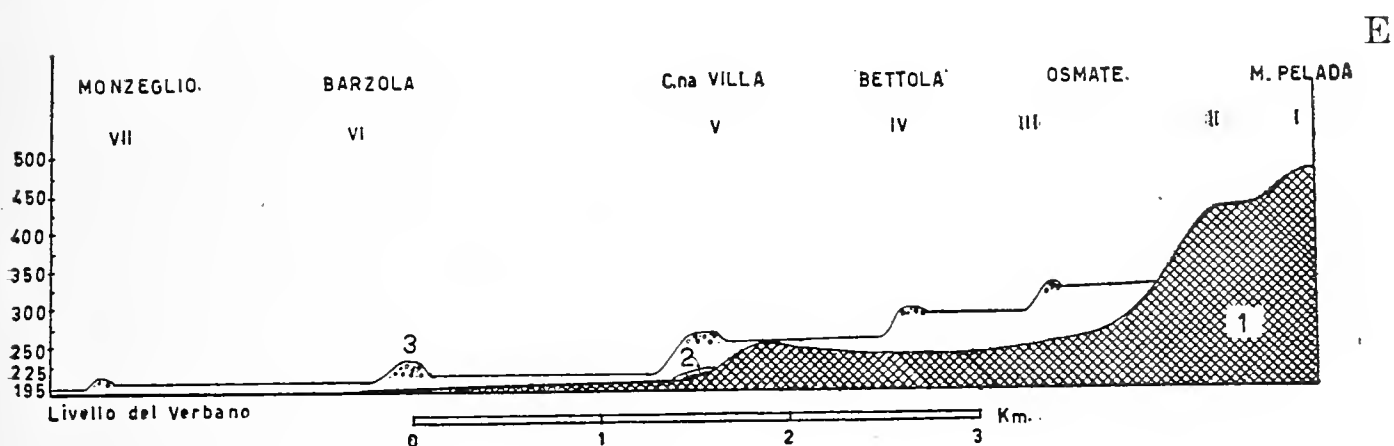



Fig. 14 — *I sette cordoni morenici würmiani e i terrazzi dal Monte Pelada al Verbano.*

I. Morenico sul M. Pelada (m. 471); II. Il ripiano quota 400 (C.na Fontanacci) con molto morenico; III. Cordone di Osmate; IV. Cordone di Bèttola; V. Cordone di C.na Villa; VI. Cordone di Barzòla; VII. Cordone di Monzeglio, lambito direttamente dalle acque del Verbano (Sasso Cavallaccio). — 1. Ossatura oligo-miocenica; 2, Lembo di Pliocene marino (presso Taìno); 3. Dossi morenici.

grossolano è il morenico che si può intravedere nella I cerchia tra Arsago e la Valle Bagnoli. Molto sabbiosi e argillosi i bei profili di un sentiero incassato che congiunge la strada Staz. di Crugnola-Mornago con Crugnola. Piccole sezioni (per costruzioni) alle prime case a sud di Quinzano, presso il Cimitero di Vinago, alle ultime case di Crugnola uscendo verso Vinago; bel morenico in una Cava abbandonata dietro il Cimitero di Mornago; e in questi ultimi casi il morenico appare alquanto alterato, come già si disse.

Invece tipiche sezioni di bel morenico poco alterato si vedono lungo la strada da Mornago ad Azzate-Varese. Nella cerchia morenica della Gazzada alcuni anni fa si potevano osservare in due cave, due bei profili di morenico nettamente recente: uno sotto la C.na Montalbo, presso la strada che sale da Erbamolle; l'altro sotto la Vignalunga, presso l'Autostrada; ma oramai, abbandonate le cave, si vede ben poco della struttura (che mi pareva avesse alla base un conglomerato molto simile al ceppo, di cui d'altronde, vi sono affioramenti non molto lontani).

Nel territorio piemontese, i profili naturali sono ancora più scarsi.

Quasi tutti, ad ogni modo, mostrano una grande ricchezza di sabbia, talora in strati piegati, od almeno ondulati, certamente in rapporto con la presenza della conca in cui giaceva la fronte glaciale, scavata dallo stesso ghiacciaio, capo meridionale della conca del Verbano. E quasi tutti mostrano una copertura abbondante di lehm che riveste uniformemente la massa morenica che non è mai di spessore molto rilevante e che sempre giace su alluvioni recenti. Ricordo le seguenti località, oltre a quelle già ricordate di Mercurago e della Stazione di Porto Varalpombia: grandi frane nella scarpata a S O di Dormello; lungo la strada, a destra, che da Dorbiè sale a Cascinetta - Varallo Pombia, prima di raggiungere il ciglio a m. 280; lungo il Ticino da Dorbiè alla Stazione di Varalpombia; dietro il Cimitero di Castelletto Ticino.

Notevolissimo il fatto che le formazioni moreniche würmiane sono più grandiose e più regolari nel territorio della fronte propriamente verbana, cioè ad occidente del Ticino, che nel territorio varesino, dove la grande fronte veniva sempre più frazionata in lingue e fronti minori corrispondenti alle depressioni comprese tra le emergenze di rocce prequaternarie.

Piuttosto potrebbe essere interessante vedere i rapporti tra queste cerchie e i cordoni morenici che, uscendo dalla val Cùvia si allungano scendendo verso sud est adagiati sul pendio meridionale del Campo dei Fiori

Sopra Coquio, cioè allo sbocco della val Cùvia, il morenico più alto raggiunge 840 metri sopra il Prà Camarè. È *morenico sparso* e non è perciò visibile una particolare alterazione come invece si osserva molto bene ai 635 metri della C.na Ravetta al Chiusarella. Ma poichè è il morenico più alto, esso potrebbe rap-

presentare un lembo del Mindel, di cui tuttavia si notano abbondante tracce coperte da morenico più recente salendo da Comerio e da Luvinate per i valloni o per i sentieri talora profondamente incassati nel morenico.

Val Cuvia

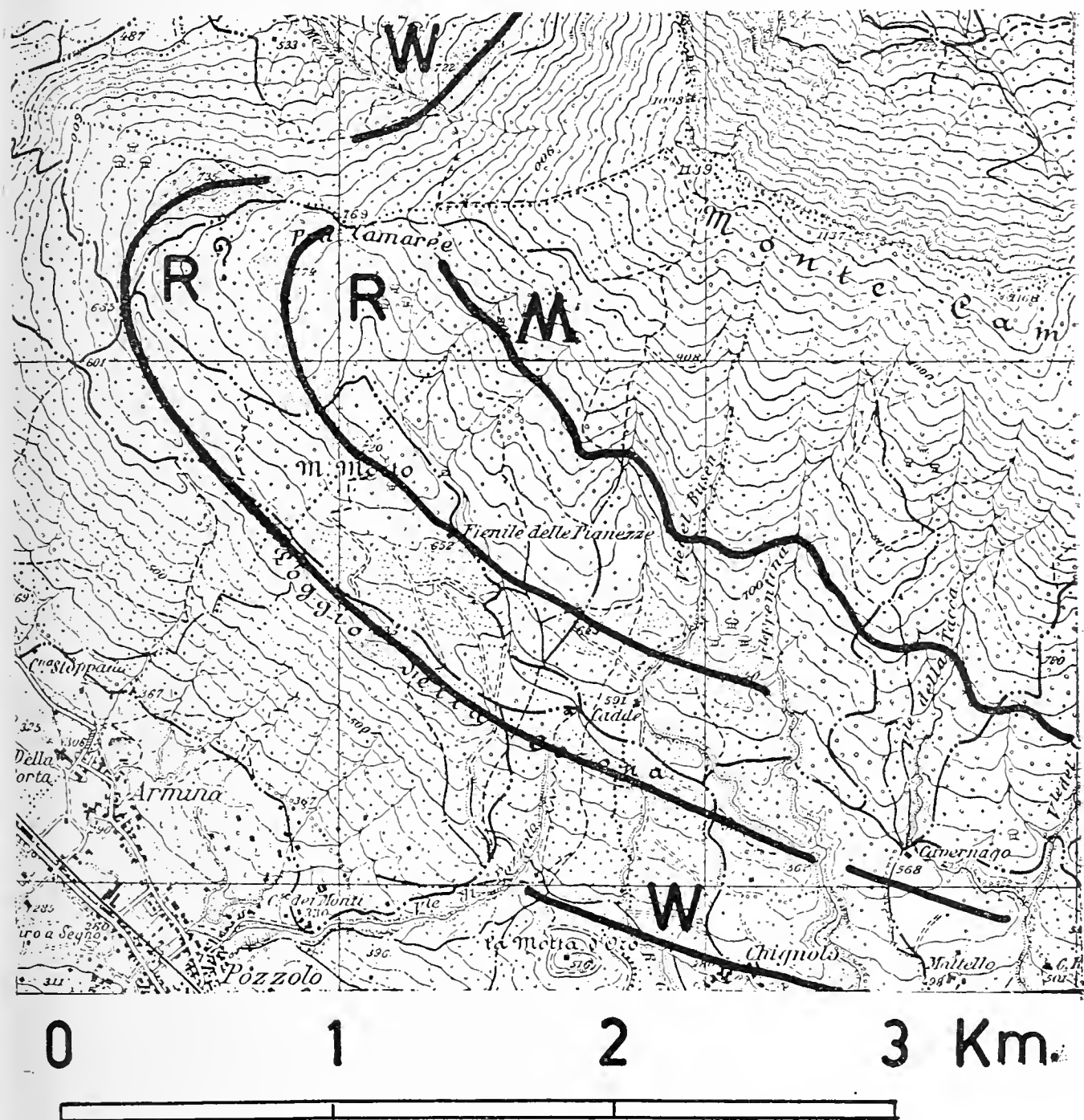



Fig. 15 — *Schema del morenico sul Campo dei Fiori,* allo sbocco della Valcuvia nella regione interna dell'Anfiteatro morenico. M. Linea limite del morenico più alto (sparso, scheletrico, talora ferrettizzato) = Mindel. — R. Grandiosi cordoni morenici (morenico poco alterato, in alcuni punti visibilmente sovrapposto a morenico ferrettizzato) collegabili con le cerchie moreniche rissiane dell'anfiteatro. — W. Terrazzi e cordoni morenici collegabili con le cerchie moreniche würmiane dell'Anfiteatro (dai tipi dell'I. G. M.).

Al *Prà Camarè* (m. 769) ha inizio un imponente notissimo cordone morenico, molto ben visibile, come quello seguente, anche da lontano. Scende a formare il Monte Morto; al Fienile delle Pianezze è a 552 (ma verso il monte vi è altro morenico, quello sparso); scende a 643, poi a 640, fin che si giunge ai 550 della cava sopra Velate, che si è detto essere rissiana. Però il morenico continua anche più in su di questa linea: ed è un fatto che talora questo morenico assume una colorazione rossa, che però potrebbe dipendere dalla terra rossa locale, e contiene ciottoli estremamente alterati, come quelli del ferretto Mindel. Vi sono esempi sopra la cava di Velate: come anche in molti angoli, sempre al di sopra di 550 metri, tra Cavernago e Velate, con interessanti profili a circa 575 metri, dietro una villa rustica su un pianoro tra la Valle del Ceppone e la Valle Barassina, sopra Barasso.

Sotto il Prà Camarè - M. Morto s'allunga, parallelo, l'ancor più caratteristico *Poggio della Corona* che dai 735 metri alle origini, sopra Comerio si abbassa a 562 metri.

La prosecuzione è costituita molto probabilmente, poi dai lunghi dossi 541 sopra Barasso, poi dai piani e dossi attorno alla Villa Pirelli (m. 490 - 500 - 529) e dalle colline della Torre di Velate (m. 480); si giunge così, dopo l'interruzione del piano di Avigno (Torrente Vellone), alla collina Miogni, e cioè ad un lembo d'un'altra cerchia rissiana.

Sarà quindi ora opportuno, stando così le cose, vedere la continuazione a monte della cerchia würmiana della Gazzada, che abbiamo lasciato alla collina dell'Excelsior tra Varese e Masnago (base 400 metri, cima 453 metri). Morenico ve n'è un po' dappertutto, ma interessante sarebbe trovare dei dossi morenici che si possano collegare ragionevolmente a questa cerchia. Vediamo. Colline di Masnago (416, 434, 443), collina di Casciago (460), forse il ripiano di Chignolo (480), quasi certamente i ripiani morenici sui 710 metri sopra Orino, se pure questi non sono piuttosto attribuibili ad un'ultima fase rissiana.

Questa zona compresa tra Cocquio, Trevisago e Orino-Azzio cioè dove la val Cuvia sbocca nelle piane e tra le colline del basso Verbano - Lago di Varese, e perciò dove le colate glaciali giravano, sempre aderenti alla emergenza del Campo dei Fiori, è dunque molto interessante per l'esame dei depositi morenici in gradinata.

Infatti qui si può vedere, partendo dall'alto: il morenico sparso, fino a *840* metri: il cordone più alto a *770* metri, quello un po' più basso a *735* metri; uno ancor più basso sui *700* metri; poi un salto netto, tuttavia rivestito di abbondante morena, fino a quasi 500 metri e cioè alla linea semicircolare Monte della Rocca 461, Cerro 464, piani sopra Orino 490-500; più sotto ancora, sui 380 metri, i dossi del Belvedere ecc. fino a Azzio. Sono perciò per lo meno 5-6 livelli di cui uno appartiene al Mindel, i 2-3 sottostanti al Riss, e gli altri 2-3 al Würm, e dei quali è ragionevole che noi si sia tentato di trovare la continuazione nei cordoni dell'alta pianura.

Le morene würmiane estreme della **valle della Rasa** si trovano esattamènte presso il Passo, a circa 560 metri; sono due cerchiette, forse anche tre, convesse verso il sud. Salendo sui due versanti si trova morenico fino a circa 700 metri e quello più in alto è senza dubbio molto più alterato di quello basso. Siamo perciò in presenza anche qui di un morenico Mindel sui 700 metri, di uno rissiano sui 650-600, e di uno würmiano, recente, sui 560 metri. Nel Mindel e nel Riss le lingue uscivano dalla valle, unendosi alle fronti del Verbano, Valganna, valle d'Arcisate; e le testimonianze di morenico sono alquanto notevoli, soprattutto conservate nella zona di sbocco (C.na Montallegro 554, C.na Radaelli 520); nel würmiano, invece, le fronti si attestavano al Passo, dove oggi si separano le acque che scendono a sud, all'Olona, da quelle che scendono a nord per confluire nella Margorabbia (cioè al Verbano; idrografia centripeta).

Nella vicina **Valganna** le morene recenti più meridionali si trovano tra il Lago di Ganna e il Lago di Ghirla a metri 460; più a sud di questi dossi il morenico è sparso (però non è improbabile che nel Würm la fronte di Valganna giungesse fino alla Miniera, dove attualmente vi è lo spartiacque, estremamente incerto, tra l'Olona e la Margorabbia). Nella zona di sbocco, qui si ha Riss attorno a Bregazzana e a Montallegro (metri 500-550), ferretto Mindel a C.na Ravetta sopra Bregazzana e sotto Montallegro (metri 630-540).

Certamente nel Mindel questa colata si univa a quella del Ceresio anche attraverso la Sella del Tedesco (m. 750) sopra Ganna e, più a sud, attraverso la Sella del Riazzo d'Arcisate (m. 630): in queste località vi è morenico sparso. Lungo la Val-

ganna il displuvio, quasi insensibile, trovasi sotto la Miniera, a 743 metri: a sud scendono le acque verso l'Olona, a nord verso la Margorabbia (Verbano); forse in un primo tempo il displuvio fu la regione delle colline moreniche frontali di Ganna; ma in *molti solchi attuali*, il riempimento operato dagli alluvionamenti dei rovinosi torrenti (monti porfirici di occidente) e dalle frane (monti dolomitici di oriente), tra la Martica e il Poncione, fu tale da deviare parte della corrente dell'Olona verso nord, determinando così un arretramento a sud dello spartiacque. Ma è una ipotesi, e nulla più, per la cui dimostrazione occorrerebbero sondaggi e misurazioni precise.

Le morene certamente würmiane dell'**anfiteatro del Ceresio**, ramo Porto Ceresio, si trovano appoggiate alle rissiane. Se la ricostruzione data precedentemente della cerchia più interna rissiana é esatta, e se cioè noi riferiamo al würm solo le morene che hanno una base di alluvioni recenti, si dovrebbe concludere che qui il Würm più esterno è rappresentato solo dai seguenti lembi: San Salvatore (Induno) 438, Beltramella 451, C.na Giudici 392, Cascina tra Faruera e S. Alessandro 385, Cave di sabbia a destra della strada Brenno-Bèvera 370; poi, per la posizione, Baraggiola 369 e Porreggia 432, Viggiù 461, ecc.. Sono solo lembi determinati in parte dall'erosione, ma in parte dalla emergenza, nel mezzo, del dosso dolomitico del M. Usèria m. 555, che venne ricoperto durante la massima espansione rissiana, ma che riuscì a sdoppiare la fronte in due fronti minori, tuttavia saldate fra loro (morena mediana) in un secondo stadio poco minore, sempre rissiana; tanto più poi nel Würm.

Una seconda cerchia, più interna, questa sì oramai nettamente divisa in due tronchi dal Monte Usèria, va da Arcisate al Crotto delle 4 Vie, unendo a semicerchio caratteristico le falde del M. Rho con le falde del M. Usèria. Del secondo tronco non si può dire nulla, perchè il torrente Bevera l'ha quasi del tutto eliminato. In ambedue i casi è interessante notare che i due opposti torrenti che scendono dai sovrastanti monti, invece di prendere la via del sud, scendono al nord, a sfociare, uniti, nel Lago di Lugano (bacino del Verbano): sono il Riazzo di Arcisate e il Poaggia di Viggiù. Il maggior scaricatore del ghiacciaio würmiano fu certo ad oriente, cioè dalla parte della Bèvera: infatti mentre tra Induno e l'Usèria non vi è comunicazione bassa con l'esterno, questa vi è ad oriente dell'Usèria, perchè la Bèvera fu il principale scaricatore glaciale che vinse, approfondendo

il suo letto, in lotta con un torrente che da Poscalla scendeva verso C.na Nuova Castelli, là cui valle rimase sospesa perchè le acque glaciali trovarono più approfondita la via della Bevera.

Una terza cerchia, sottostante, a circa 350 metri, trovasi, frazionata dai torrenti, ma in origine unitaria, tra il caposaldo di porfido di Besano e Rossago; sul piano, in un angolo sta Bisuschio.

Credo che queste tre cerchie corrispondano cronologicamente ai tre gruppi principali di cerchie del Verbano.

Nella regione più orientale troviamo un piccolo ma caratteristico lembo della cerchia più esterna dell'anfiteatro würmiano del **Faloppia**, recentemente studiato dal Saibene. Poco da dire. Vi appartengono, con caposaldo il dosso miocenico di Bizzarone, le colline moreniche allineate ad arco di Bressanella 437, Casanova Lanza 450 e 444, Albiolo 435 e 441, Somaino 454.

Già si è detto del morenico che copre le alluvioni recenti nelle due cerchie esterne würmiane da Induno a Brenno. Presso Besano, il morenico è sabbioso e argilloso. Una volta esisteva una cava di ghiaia recente nella collina morenica alle spalle di Casanova Lanza: materiale molto fresco; ora non si vede più nulla. Sezioni discrete si vedono nelle morene frontali della Rasa e, soprattutto, di Ganna (qui molto sabbiose). I profili di morenico sovrapposto ad alluvioni più recenti nelle cerchie interne si potrebbero anche interpretare come testimonianza di piccole avanzate stadiarie; come già dissi, non ho però mai trovato morenico sotto le alluvioni fresche; ad ogni modo per quelle esterne ritengo sicura la interpretazione data più sopra.

12. Alcune formazioni e forme postglaciali.

Intendo includere in questo gruppo ciò che riguarda la formazione dei terrazzi fluviali e il riempimento dei laghi.

1. Terrazzi fluviali recenti.

Ogni valle un po' notevole nella nostra regione è terrazzata. Il terrazzamento, e con questo termine intendo proprio la formazione dei *ripiani*, qualunque origine essi possano avere, si riferisce almeno a tre periodi diversi: post Mindel, post Riss, post Würm.

Nel *post Mindel*, i cinque maggiori fiumi (Agogna, Ticino, Arno, Olona, Lura) scindono tutta la enorme e unitaria forma-

zione mindeliana fluvio-lacustre-glaciale, in quattro grandi unità distinte: altopiano di Borca-Maggiora, altopiano di Divignano-Conturbia, altopiano di Ierago-Albizzate, altopiano di Carnago-Caronno, altopiano di Castelnuovo Bozzente - Seminario. E tra questi vediamo quindi interporsi le pianure-fondivalle del Diluvium medio.

L'invasione rissiana altera molto la topografia primitiva.

Più sopra ho asserito che le morene rissiane sono posteriori alle alluvioni del Diluvium Medio; e ho documentata la mia asserzione con sezioni naturali, che tutti possono vedere. Potrebbe sembrare strano allora che, soprattutto in territorio piemontese e ceresio-comasco, le cerchie rissiane siano state smembrate da fiumane posteriori il fondo delle cui attuali vallate corrisponde altimetricamente al piano del Diluvium Medio. Ma io penso che *molti solchi attuali*, il cui fondo si deve attribuire al Diluvium medio, siano dei vecchi solchi scavati nell'interglaciale Mindel-Riss, su cui le fronti rissiane hanno abbandonato del morenico depresso, per cui le successive fiumane che uscivano dalle fronti rissiane dovevano necessariamente adattarsi ai vecchi precedenti solchi, solo parzialmente ingombrati da morenico. Si osservino i solchi della Meia, del Lirone e della Gèola ad oriente di Borgomanero. Questo spiega anche perchè in alcuni casi il terrazzo di Diluvium Medio su cui giaciono le morene rissiane, è la continuazione di quello a tergo su cui giaciono le morene würmiane, e perchè le stesse morene rissiane siano molto frazionate. Vedasi ad esempio il terrazzo di Diluvium Medio di Vedano Olona su cui giaciono le morene di ambedue le ultime glaciazioni che manifestano tuttavia forme e dimensioni molto diverse.

Nel *post Riss*, il solcamento operato dai grandi fiumi segue, naturalmente, le vie dei precedenti solchi Agogna, Ticino, Arno, Olona, Lura; enorme è il solcamento lungo il Ticino; meno, lungo l'Olona; ancora meno, lungo l'Agogna, l'Arno e la Lura (che però a noi non interessa, trovandosi questa ad oriente del nostro territorio). Ed ecco perciò la scissione in lembi del Diluvium medio (di Oleggio, di Cardano sopra Gallarate, di S. Stefano sopra Cassano Magnago, di Bolladello, di Tradate, di Rovello lungo la Lura).

I solchi vengono colmati dalle alluvioni del III interglaciale non però interamente tant'è vero che le ghiaie (o anaglaciale Würm) non giungono al livello del piano del Diluvium Medio;

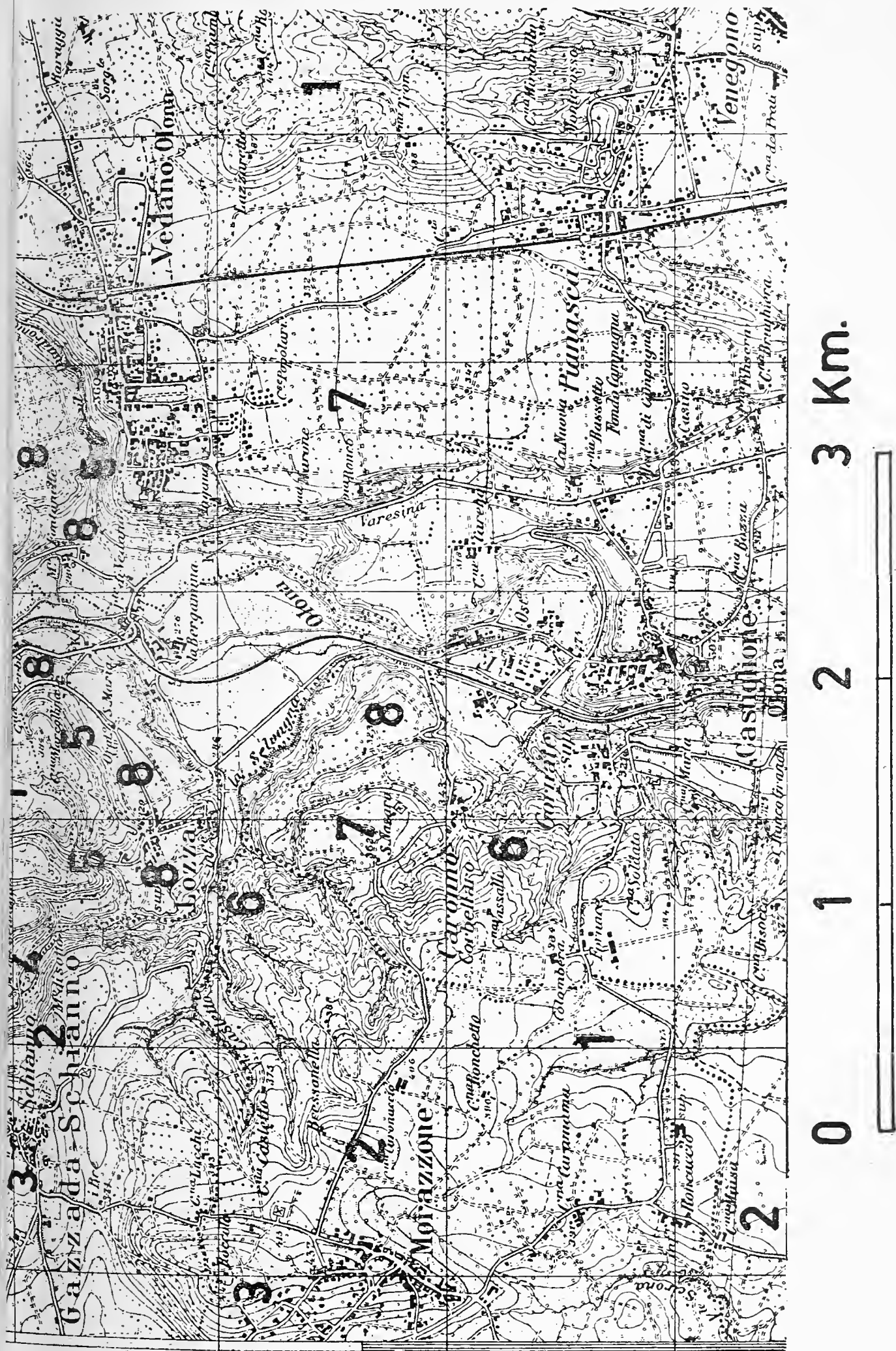



Fig. 16 — *La topografia collinoso-terrazzata lungo l' Olona presso Vedano.*
1. Altipiani di ferretto; 2. Lembi della cerchia morenica rissiana più esterna del Verbano; 3. Altri lembi di cerchie rissiane (Verbano); 4. Profili di morenico Günz in Valle Selvagna; 5. Profili di ceppo sottoposto a ferretto; 6. Dossi notevoli di molassa oligo-miocenica sottoposti al ferretto; 7. Terrazzi del Diluvium Medio; 8. Terrazzi del Diluvium recente.

si forma così la parte fondamentale alta della pianura padana e per quanto riguarda noi, l'alto fondovalle delle valli corrispondente al livello dell'alta pianura ghiaiosa.

Soprattutto su questa formazione (ma anche su quelle anteriori) vengono a poggiare le fronti dei ghiacciai würmiani, che sopra abbandonano morenico e fluvio glaciale; ad un primo ritiro delle fronti (con evidente abbassamento nella conca scavata) corrisponde la prima erosione dell'alto fondo delle valli, e cioè la formazione dei più alti terrazzi recenti; ad una stasi successiva, cioè ad un abbandono di morene, corrisponde la copertura del nuovo fondovalle con altro fluvio glaciale; e così di seguito.

Nel complesso è possibile seguire la corrispondenza tra terrazzi fluviali principali e cerchie moreniche abbandonate durante il ritiro; e questo sia per il Ticino sia per l'Olona, non però per l'Olona direttamente, ma per i suoi maggiori affluenti, Bevera e Lanza. Perchè è ovvio che le fasi della Bevera e del Lanza siano state seguite, come conseguenza, anche dall'Olona, alla quale d'altronde confluiva il fluvio-glaciale della regione a tergo. Già si è detto che nelle cave di ghiaie è netto il distacco tra l'ossatura fluviale dell'anaglaciale Würm e la copertura fluvioglaciale del periodo che va dall'acme würmiana dal definitivo ritiro.

Lungo l'Agogna il fondo è certamente di Diluvium recente, ma gli immediati terrazzi sono senza dubbio di Diluvium medio, come di Diluvium medio, oltrechè di fluvio-glaciale, mi sembra costituita la lunga stretta striscia che va da S. Cristinetta a oltre il Cimitero di Borgomanero tenendo separato per un po' la Gèola dall'Agogna. La val Lirone, la val Mèia e la valle di Mezzomerico, poichè i torrenti tagliano anche il Diluvium medio, sono scavati anche in questo oltre che nel Diluvium recente, che è però sempre unitario. E i profili sono scarsi o non chiari.

Lungo il Ticino invece, la parete di Diluvium recente raggiunge anche gli 80 metri di spessore ed è inoltre in molti posti terrazzata in molti ripiani.

Il *vero terrazzamento* post-acme würmiana ha inizio appena a valle delle morene recenti (Valle San Pietro). Però il fenomeno è avvenuto anche nell'interno delle cerchie, sia per adattamento di confluenti, sia per l'abbassamento della fronte; così è notevole il terrazzamento nella bassa valle della Strona, dove si possono osservare 5 terrazzi nel Diluvium recente, com-

presi tra i 276 metri e i 210 metri del terrazzo più basso; come è notevole il terrazzo lungo e basso della Stazione di Porto Varalpombia che ha le sue origini al piano di Dorbiè.

In alcuni punti si scende direttamente dal piano del Diluvium medio al solco (Pombia, Marano), in altri direttamente dal piano più alto del Diluvium recente (Belvedere di Somma Lombardo, Valle San Pietro), in altri, invece, attraverso 2-3-4-5 gradini di Diluvium recente, oltre a quello di Diluvium medio (Oleggio, Maddalena, ecc.). Mi sembra che non si possa parlare di più di 5-6 gradini nel Diluvium recente; perciò di 7-8 complessivamente. A monte del ripiano di Val San Pietro, ecc. si scende a gradini verso il Lago. In generale vi è corrispondenza tra gli uni e gli altri, nel senso che almeno alcuni di quelli all'esterno delle cerchie würmiane si possono interpretare come derivati dalle corrispondenti fasi di stasi-regressione della fronte. E su ciò sta lavorando il Dottor Saibene.

Nella Val d'Arno se ne osserva uno solo, ed è di Diluvium recente, paragonabile quindi a quello dell'Agogna; ma è molto probabile che in molti punti la superficie su cui poggiarono le fronti rissiane fosse sì costituita di vero ferretto, ma, come superficie, fosse una pianura scavata nel II interglaciale, e perciò appartenente al Diluvium medio.

Nella Val d'Olona se ne possono invece vedere molti di più, cioè quasi come lungo il Ticino, e precisamente, in alcuni punti la parete è unitaria e scende direttamente dal Mindel morenico per 100 e più metri (Castello di Seprio); in altri il gradino unitario scende dalla superficie di Diluvium medio per 60 e più metri, come a Castelseprio); in altri il gradino egualmente unitario scende dal piano più alto del Diluvium recente per 50 e più metri (Lonate Ceppino); in altri ancora il terrazzamento plurimo fu intenso per cui il versante è stagliato in parecchi gradini.

In generale i terrazzi di Diluvium recente non superano il numero di tre; e le località più caratteristiche sono: da Olona alla confluenza con la Bèvera, i dintorni di Ròdero, i dintorni di Malnate, le conche successive di Lozza e di Castiglione Olona (dove i terrazzi sono scavati anche nel miocene) e, nella confluente Val Selvagna, nel Günz; poi la conca di Torba.

Un fatto è molto notevole. Come il Mindel sembra una elevata enorme conoide che al sud si sottopone alla conoide del Diluvium medio e questa alla conoide del Diluvium recente, pur provenendo tutte e tre le formazioni dall'interno della valle,

così i 5 - 6 terrazzi del Diluvium recente, provenienti dall'interno della valle, uscendo nel piano si sottopongono alle alluvioni del successivo Diluvium recente del terrazzo sottostante, cioè più recente. In pianura il distacco tra una conoide e l'altra del Diluvium recente talora è reso ben manifesto da un piccolo gradino magari a piatta unghia, spesso tenuto a bosco, ma talora la sfumatura è talmente delicata che il passaggio non è avvertito. Ad ogni modo è ovvio che venendo ad esempio, da Gallarate (Diluvium recente più alto) a Milano (dove l'Olona scorre in superficie, senza terrazzi) noi troviamo in superficie prima il Diluvium recente più antico (e più grossolano per la maggior vicinanza alle fronti glaciali würmiane), poi (per es. a Legnano) quello un po' più recente e meno grossolano, poi (per es. a Rho-Milano) quello ancor meno grossolano e ancora più recente, che copre la sottostante ossatura del III interglaciale.

In Val Bèvera, come anche a Varese, si nota la corrispondenza tra il piano alto e la fronte glaciale più esterna. E in Val Lanza-Gaggiolo? Forse è proprio attraverso questa via che è avvenuto il terrazzamento, se pure la causa furono i ghiacciai, o non altri fenomeni. Il che, per noi, è ancora da dimostrare.

2. Piccoli solchi notevoli.

Interessanti sono alcuni solchi, certamente dovuti a escavazione glaciale, e ora abbandonati dalle vecchie correnti.

Ricordo: la *Valle di Dorbiè*, rettilinea, scavata nelle morene della V cerchia, tra Castelletto Ticino e Dorbiè, sospesa da ambedue le parti per circa 20 metri; è, credo, un antico decorso del Ticino, prima di formare l'attuale ansa.

Poi la *Valle dei Gioghi*, scavata tra gli altipiani di Ligurno e di Ròdero, antica via del F. Gaggiòlo, poi abbandonata, credo per sbarramento morenico, in un periodo recente, perchè il solco ha la sua entrata e la sua uscita sul fondovalle attuale, con un leggerissimo dislivello (a meno di supporre, come potrebbe anche essere più plausibile, la presenza di due corsi opposti, solo recentemente riuniti per erosione del diaframma divisorio e per sbarramento morenico al nord (morena mendrisiotta di Stabio).

La *Valle di Poscalla* taglia l'anfiteatro rissiano-würmiano del Ceresio, ma, come si disse, è ora abbandonata e sospesa, perchè ha vinto, tra tutti gli emissari del ghiacciaio del Ceresio, quello corrispondente all'odierna Bèvera.

3. Livello più antico degli attuali laghi.

Altra cosa notevole. *Vi sono testimonianze che provino una superficie più estesa e più elevata degli attuali laghi?*

Che il *Verbano* si estendesse un tempo a occupare almeno il piano tra Angera, Taino e Ispra potrebbe sembrare ovvio. Però vi sono anche prove sicure. Lungo la strada da Lissanza ad Angera, a destra, presso Cascina Negri, si scavano ottime sabbie chiare disposte a strati inclinati come se si trattasse di un delta di materiale finissimo. Forse sono sabbie provenienti dal disfacimento dei vicini colli miocenici sopra Taino. Il tutto è coperto da detrito più grossolano e scuro, torboso. Siamo a 207 metri, cioè a 14 metri sopra il pelo delle attuali acque. Questo è dunque il livello più alto sicuro del Verbano appena dopo il ritiro dei ghiacciai dal territorio. Ciò é confermàto anche da un deposito di argille contenenti ciottoli morenici e coperto da due strati di ghiaietta, che si vede lungo il Ticino, sponda sinistra, poco a valle di Sesto Calende; l'altitudine di queste argille è di 208-210 metri; corrisponde perciò all'altitudine delle sabbie del piano d'Angera.

Il *Lago di Comabbio* è orlato, verso Mercallo, da una diga morenica; ma tra questa e il lago si stende un'ampia superficie costituita di argilla molto fina (nella quale non è raro che si trovino erratici). Il Lago ha la sua superficie a 243 metri, le argille arrivano fino a circa metri 260; perciò il livello fu 17 metri più alto di oggi. Altra testimonianza: sotto Comabbio vi è un delta sabbioso emerso il cui piano è a 260 metri, costruito dall'antico emissario del sovrastante Lago di Monate quando questo non aveva ancora trovata la via dell'Acqua Nera, l'attuale scaricatore; e l'andamento delle isoipse tra la sponda del Lago di Monate e il delta emerso, dimostra questa antica derivazione.

Ancora: tra Ternate e Varano s'innalza una diga naturale costituita in parte di sabbie e ghiaiette fini, a strati obliquanti verso il lago, perciò formazione deltizia. La sua superficie è a circa 260 metri, cioè anche qui circa 17 metri sopra il lago.

Altra testimonianza: alle case Fabricco, ai margini della *Torbiera Brabbia* (m. 242), nella scarpata del terrazzo, a metri 257 si osserva, in una cava abbandonata, un deposito deltizio di sabbia e ghiaietta, coperto da uno strato di un metro di fluvio-

glaciale. È forse parte del terrazzo che s'allunga dal Fabricco a Inarzo-Bodio e che trova il suo corrispondente al di là della torbiera, sempre nelle vicinanze del Lago di Varese, nel terrazzo Varano-Cascinetta Rizzone-Biandronno. Poco si può vedere di questo e dell'altro.

Ma la sezione del Fabricco è molto significativa perchè indica un livello delle acque della torbiera (e perciò anche del *Lago di Varese* e del Lago di Comabbio) fino almeno a circa 257 metri e cioè con un pelo alto 14-15 metri più dell'attuale.

Le Fornaci di Cazzago sfruttano un'argilla che certamente è recente e che si trova a 10 metri sul pelo delle acque.

A Capolago affiorano delle argille azzurre, di spessore molto notevole (almeno 60 metri, e cioè a 40 metri sotto il pelo delle acque del lago) secondo uno scavo che risale a 25 anni fa. Si è trovato qualche erratico nella sua massa. In un primo tempo ritenni trattarsi di Günz, data la posizione. Ora propendo per una formazione lacustre würmiana.

Sotto Gavirate, a 15 metri sopra il livello attuale delle acque del Lago di Varese vi sono due notevoli cave di sabbia e ghiaia che sfruttano una imponente formazione tipicamente deltizia.

Concludendo: tanto per il Verbano quanto per la regione lacustre Comabbio, Brabbia, Varese, si può lecitamente supporre un livello di 15 metri più alto dell'attuale, in un periodo immediatamente postglaciale. Invece il Lago di Monate forse non giunse mai a superare di 10 metri l'attuale livello (lago a 266, soglia di Cadrezzate a 273, soglia di Travedona a 273, con incile a 270, soglia verso Comabbio a 272).

4. **Origine dei laghi locali.**

Mi riprometto di esaminare meglio questo interessantissimo e controverso problema. Per ora ritengo

1) che il Verbano sia dovuto a escavazione glaciale;

2) che il Lago di Varese (insieme con la Palude Brabbia) e che il Laghetto di Biandronno siano pure dovuti a escavazione glaciale;

3) che il Lago di Comabbio e quello di Monate, siano invece dovuti a sbarramento morenico.

Questo, per parlare solo dei laghi attualmente esistenti.

Conclusione.

A lavoro eseguito si può dunque così concludere sui seguenti punti principali che riguardano, naturalmente, solo la regione esaminata e qui descritta.

1. Alla base delle formazioni quaternarie sta una formazione morenica; i profili più dimostrativi si trovano nelle scarpate attorno all'Altopiano di Bizzózero dove si ha, dall'alto, la seguente serie: morenico non recentissimo, morenico ferretto, conglomerato alluvionale, morenico. Ho concluso che essendo il morenico più superficiale Riss e il ferretto Mindel, quello di base deve essere *Günz*.

Per quanto si può vedere, la glaciazione Günz ebbe uno sviluppo di poco minore del successivo Mindel. Tracce si trovano anche nella regione comasca; la difficoltà di trovarne in altri anfiteatri penso che dipenda soprattutto da scarsezza di profondi solchi. In molte trivellazioni di pozzi è possibile riconoscerne la presenza in profondità. In pianura il morenico Günz è sostituito da una alluvione sincrona non cementata, sottoposta ad un conglomerato che forse è del I° interglaciale.

2. Segue, in alto, un'alluvione poligenica cementata di spessore variabile, ma in genere non inferiore a 25-30 metri. È il classico «*ceppo*». Lo si può seguire nei solchi vallivi e attraverso trivellazioni, dalla regione delle cerchie moreniche, recenti ma esterne, fino alla pianura vera, alla latitudine di Castellanza. Nello spessore sono intercalati dei lembi di sabbie e di ghiaie non cementate. Nella regione nostra si trovano altre alluvioni più o meno cementate; quindi la sicurezza che un conglomerato sia del I° interglaciale è data solo in due casi: quando questo conglomerato sia sottoposto al tipico ferretto, oppure ne sia la visibile prosecuzione. L'altezza massima nella regione degli anfiteatri è sui 390 metri.

Ad occidente del Torrente Arno, e soprattutto al di là del Ticino, l'alluvione cementata del «ceppo» è sostituita da un'altra alluvione, priva di ciottoli calcari, alterata quasi come la sovrastante formazione mindeliana; non è tuttavia da scartare l'ipotesi che l'alluvione del ceppo, ad occidente dell'Arno, sia stata totalmente eliminata da una potente erosione il cui vuoto venne riempito dall'alluvione del Mindel che, insieme con il morenico, ha poi coperto il «ceppo» dove questo era rimasto.

3. Sopra queste alluvioni antiche del I° interglaciale, giaciono, dunque, le formazioni del *Mindel*, cioè quelle che costituiscono il ferretto propriamente detto o Diluvium antico. È una formazione in parte morenica in parte alluvionale o lacustre, profondamente alterata. Costituisce degli altipiani ondulati, che superano anche i 400 metri, nei quali è talora possibile ricostruire anche l'andamento primitivo delle antiche cerchie moreniche. In questo periodo la nostra regione era occupata da un sol anfiteatro morenico, cioè da quello derivato dalla fusione delle fronti di Orta, del Verbano e del Ceresio, diametro, circa 38 Km.; presso Tradate si univa alla fronte del Lario. Tracce di questo morenico si trovano anche nelle zone montane prospicenti la pianura, dove occupano le posizioni più elevate (635 metri in Piemonte sopra Mèina; 840 m. al Campo dei Fiori; 635 metri sotto il Chiusarella); ma mentre in alcuni punti è rappresentato da vero morenico ferrettizzato, in altri è dato da morenico sparso. Però trovasi morenico ferrettizzato anche in lembi sottoposti al morenico meno alterato, più recente (Campo dei Fiori a circa 500-600 m.; ecc.).

Nell'alta pianura la formazione è frazionata, dall'erosione soprattutto del III interglaciale, in 5 distinti altipiani (Castelnuovo Bozzente, Carnago, Albizzate, Conturbia) che terminano a punta verso la pianura. Infatti con la fine del Mindel ha termine la continua generale sovrapposizione delle formazioni quaternarie, ed ha inizio la grande fase generale di erosione, sia pure interrotta od addirittura annullata dalla sedimentazione in alcuni momenti.

4. Tra un altopiano e l'altro s'interpongono, ad un livello di 20-30 m. più basso, le pianure-fondivalle del *II interglaciale* cioè del Diluvium Medio. Il materiale costituente queste pianure a valle o presso le scarpate del Diluvium antico, è identico, o quasi, al ferretto, tanto da sembrare (o da essere) delle pianure di erosione nel ferretto anzichè di sedimentazione di ferretto rimaneggiato; verso monte e al centro è invece in prevalenza costituito di alluvioni alterate sì ma non molto, a sufficienza tuttavia perchè non possano essere utilizzate come sabbia o ghiaia da costruzione. Penso che queste alluvioni siano la facies alluvionale dell'anaglaciale Riss. L'erosione intervenuta nel III interglaciale ha frazionato i 2 fondivalle del Diluvium Medio in 8 lembi principali, due per parte ai due lati dei 4 fiumi che scendono a sud (Olona, Arno, Ticino, Agogna), ciascuno dei quali termina a

punta verso sud, sospeso a scarpata più o meno ripida o più o meno alta sulla vera pianura recente.

5. Un po' a monte delle scarpate di Diluvium antico o di Diluvium medio ha inizio *la serie delle cerchie moreniche recenti.* Il tentativo di distinguere in queste arcuate fasce moreniche le testimonianze di due glaciazioni separate, mi ha dato questi risultati:

1. La *morfologia* delle colline delle cerchie esterne e delle cerchie interne non è diversa.

2. L'*alterazione*, poichè non è rilevante come nel ferretto, non è un elemento sufficientemente probatorio, perchè in pieno interno si hanno morene alquanto alterate, mentre se ne hanno di molte fresche all'esterno.

3. Salvo lungo i fiumi maggiori, vi è un gruppo di cerchie moreniche (= quelle più esterne) percorse da rivi con andamento tipicamente *centrifugo* (= verso la pianura) mentre il gruppo delle cerchie interne fa parte oramai della conca che scende ai laghi, percorsa da rivi con andamento tipicamente *centripeto*; con le dovute precauzioni questo argomento può essere preso, associato ad altri, come criterio di distinzione cronologica.

4. Ma vi è un argomento *stratigrafico* preciso: le morene più esterne giaciono sul Diluvium Medio o sul Diluvium Antico; queste sono tagliate dal solco del Ticino, il quale venne riempito da un rilevante spessore (m. 70-80) di alluvioni recenti; queste sono coperte di morenico; dunque il precedente morenico ha un'età molto più antica di quest'ultimo, cioè è di un precedente periodo. Dunque è possibile distinguere il Riss dal Würm.

5. Poichè i profili di cui si é detto appena sopra sono rari, riesce difficile e talora arbitrario tanto tracciare la *linea di separazione* della fascia rissiana da quella würmiana, quanto ricostruire le diverse cerchie. Anche questo però venne tentato, sia pure riconoscendo la estrema difficoltà di giungere ad un certo grado di esattezza.

6. *La fascia rissiana* è in ambiente quasi assolutamente con idrografia centrifuga. È costituita da tre festoni aderenti e successivi: quello corrispondente alla fronte del Verbano, quello della fronte del Ceresio e quello della fronte del Lario. Cinque cerchie per il primo festone (diametro circa 32 Km., larghezza circa 3 Km.; distanza dalla esterna mindeliana, Km. 3), due - tre per il secondo festone, tre per il terzo. La fascia del Verbano s'innalza fino a

circa 770 m. sul Campo dei Fiori allo sbocco della Val Cuvia nella pianura, e fino a circa 630 metri sopra Mèina, in ogni caso formando bellissimi imponenti famosi cordoni. Lo sbocco delle colate era: a circa 770 m. dalla Val Cuvia, a 650 dalla Val della Rasa, a 580 dalla Val Ganna, a 660 dalla Valle di Porto Ceresio.

7. I fondivalle del Diluvium Medio dell'alta pianura vennero profondamente solcati nel III interglaciale; e nell'*anaglaciale Würm* vennero riempiti di alluvioni sempre più grossolane man mano le fronti avanzano. Fanno fede di ciò le imponenti masse alluvionali che riempiono soprattutto i solchi dei due principali fiumi (Ticino e Olona), giungendo poco sotto il livello dei vecchi fondivalle del Diluvium Medio. Queste alluvioni formano un'unica massa dal fondo alla sommità (potenza anche di 80 metri), ma in molti punti vennero terrazzate. Lungo l'Olona si osserva come ogni terrazzo abbia un capello di fluvio-glaciale recente; ciò significa che l'alluvionamento fu unitario e che il terrazzamento non solo fu posteriore al totale colmamento alluvionale, ma fu essenzialmente d'erosione e non per deposito di pacchi alluvionali sempre più bassi, uno interno all'altro.

L'alta pianura è essenzialmente costituila da queste alluvioni dell'anaglaciale Würm che raggiungono certamente notevoli spessori. Però in alcuni punti l'erosione del III interglaciale non deve esser stata molto potente, tant'è vero che lungo l'Olona, ad esempio, e molto spesso anche nelle trivellazioni dei pozzi affiora o è portato in su dalle carote delle trivelle, il tipico ceppo, a profondità talora non superiori a 10-20 metri.

8. Più o meno in corrispondenza dello spartiaque tra idrografia centrifuga e idrografia centripeta hanno inizio le *cerchie würmiane* che digradano ad anfiteatro verso la conca dei laghi.

Oramai non è più un unico anfiteatro, oppure 2-3 anfiteatri saldati tra loro agli estremi, bensì parecchi anfiteatri. Si ha così: l'anfiteatro del Cusio (fuori dalle nostre considerazioni), l'anfiteatro del Verbano (6-7 cerchie; larghezza della fascia morenica dai 4 ai 6 Km.; diametro massimo dell'anfiteatro circa 24 Km.); il piccolo anfiteatro della Val della Rasa (2 cerchiette sullo spartiacque di fondovalle, a m. 560); il piccolo anfiteatro della Val Ganna (morenico dubbio sullo spartiacque incerto di fondovalle tra l'Olona e la Morgorabbia. a m. 473; dosso sicuramente moretra il L. di Ganna e il Lago di Ghirla a m. 460; anfiteatro della Valle di Porto Ceresio (tre cerchie moreniche sicure: due cerchie

sincrone coperte dalle acque nei due rami del Lago di Lugano, cioè nel ramo Brusimpiano e nel ramo Lugano); anfiteatro di Capolago (totalmente in territorio svizzero); anfiteatro del Faloppia (propaggine del ghiacciaio lariano).

Evidentemente i cordoni proseguono anche sui versanti del Campo dei Fiori e negli altri monti; ma sono più bassi e meno riconoscibili di quelli sovrastanti, probabilmente rissiani, soprattutto perchè acquistano una forma più di terrazzi che di cordoni. L'altezza allo sbocco della Valcuvia era a circa 720 m. È certo quest'ultima glaciazione che ha determinato l'attuale direzione centripeta di molti torrenti che prima scendevano probabilmente verso sud, fenomeno che si riscontra anche in quasi tutti gli altri anfiteatri morenici.

9. I *terrazzi* lungo i versanti dei fiumi nella regione collinosa-pianura sottostanti ai terrazzi del Diluvium Medio e, più in là, del Diluvium Antico, sono in rapporto con fasi di regresso della fronte glaciale; se un fiume è talmente grande da non essere necessariamente centripeto, per esempio il Ticino, la Bèvera, ecc.; allora si nota lungo il solco la corrispondenza topografica e probabilmente genetica tra alcuni terrazzi fluviali (coperti di 2 metri di fluvio-glaciale) e morene stadiarie.

Il loro numero è vario; del sistema recente se ne possono contare fino a 4-5; però penso che solo due o al massimo tre di questi siano certamente in rapporto genetico diretto con le morene stadiali; gli altri dipendono da altre cause.

10. La presenza di sabbie e argille certamente lacustri attorno ai laghi, e di formazioni deltizie emerse, a circa 15-20 metri sul livello attuale dei laghi, sta a dimostrare, come d'altronde sembra ovvio, che i primitivi veri *laghi immediatamente postwürmiani* avevano un livello di circa 15-20 metri più alto dell'attuale e tale livello si conservò per parecchio tempo; dopo di chè sopraggiunse la rapida decrescita, causata naturalmente da un più rapido approfondimento del solco del Ticino nella massa alluvionale-morenica che prima gli aveva sbarrata la via. Ed è a questo abbassamento di livello che si deve l'abbandono del vecchio emissario diretto del L. di Comabbio verso il Ticino, per prendere quello opposto, ma molto incerto per la debolissima pendenza, verso la Palude Brabbia e perciò verso il Lago di Varese.

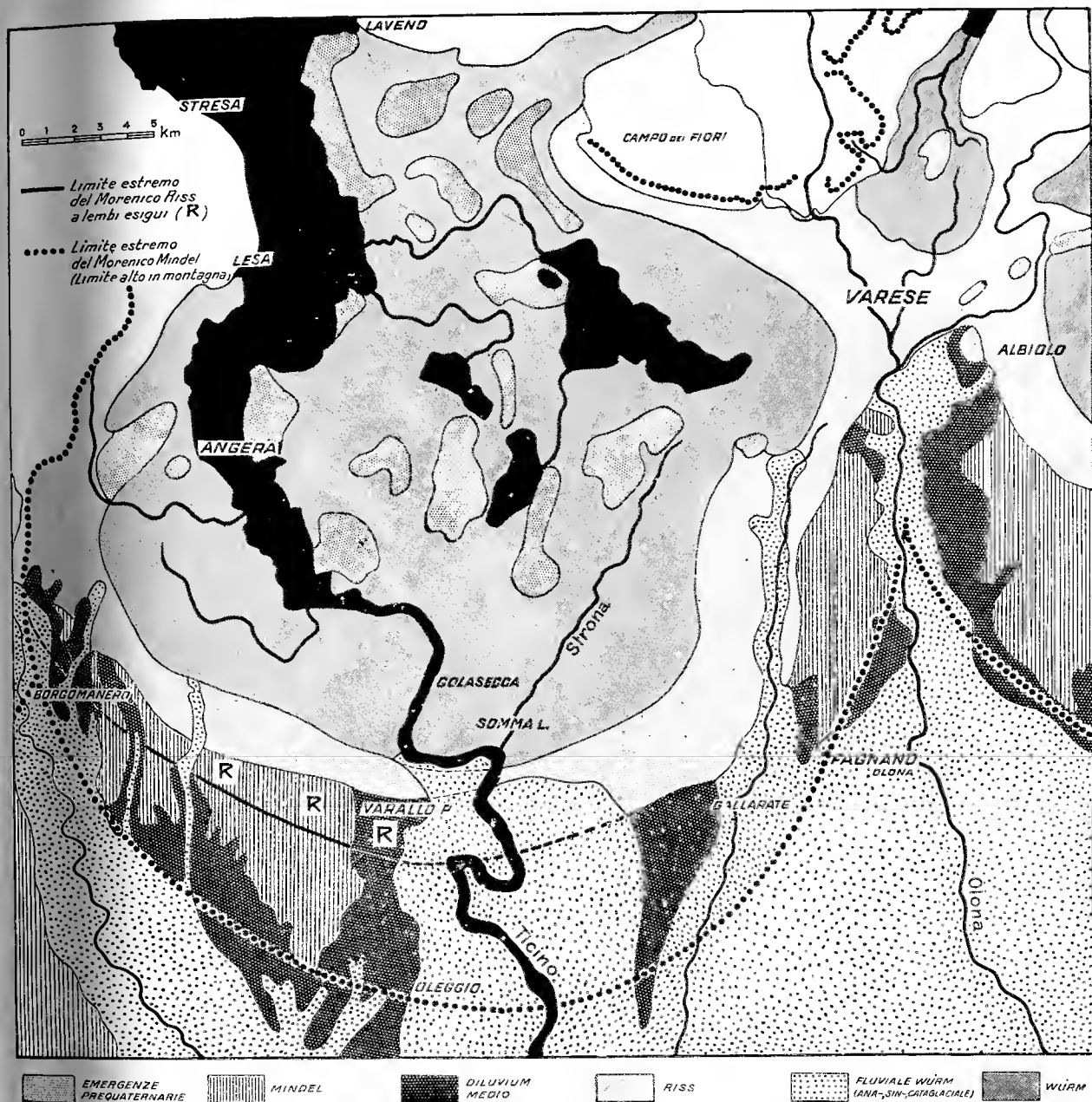
RIASSUNTO

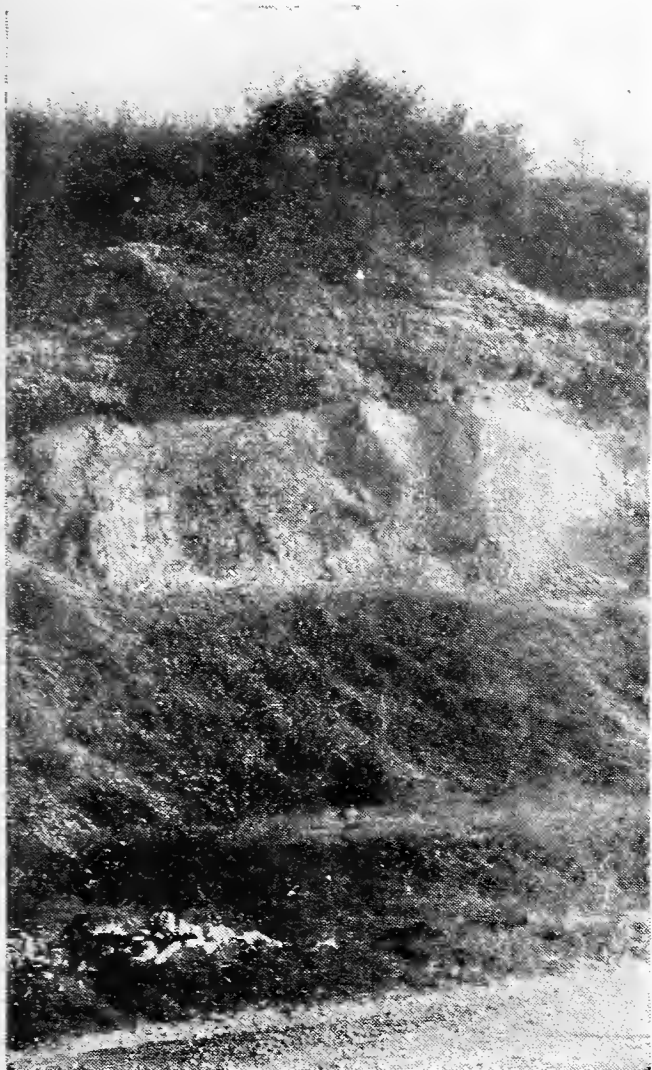
L'A. descrive le formazioni quaternarie dell'Anfiteatro morenico del Verbano (e località vicine). Vengono passate in rassegna le diverse sezioni geologiche interessanti le singole formazioni, da quelle del Günz a quelle del fluvio-glaciale Würm in ritiro. Trova testimonianze abbondanti e generalmente sicure delle 4 tipiche glaciazioni. Enuncia il criterio fodamentate stratigrafico, in questa regione perseguibile, per distinguere le morene Riss dalle morene Würm. Descrive, quindi, le più tipiche cerchie rissiane (circa 5) e quelle würmiane (circa 6). Denuncia le fasi di regresso e abbassamento alternate con fasi di stazionarietà come causa fondamentale del terrazzamento fluviale nell'alta pianura-collina. Da alcune osservazioni deduce che con molta probabilità nella montagna prealpina il Mindel è rappresentato dal morenico sparso più elevato, il Riss dai sottostanti cordoni morenici più elevati, e il Würm dal morenico altimetricamente sottostante.

ZUSAMMENFASSUNG

Vf. beschreibt die quartärformationen des Moränen-Amphitheaters im Gebiete des Lago Maggiore und der Nachbarräume. Dabei werden die verschiedenen geologischen Profile soweit sie für die einzelnen Formationen in Betracht kommen, der Reihe nach durchgegangen, von der Günz-Zeit bis zu den fluvio-glazialen im Rückzug entstandenen Aufschüttungen der Würm Zeit, und es wird ein sehr umfangreiches, im allgemeinen gut gesichertes Beweismaterial für die 4 typischen Vereisungen aufgezeigt.

Vf. stellt sodann für dieses Gebiet eine allgemeine stratigraphische Norm zur Unterscheidung von Riss- und Würm-Moränen auf und beschreibt auf dieser Grundlage die bezeichnendsten Moränenwälle der Riss-Zeit (im ganzen ungefähr 5) und anschliessend die der Würm-Zeit (ungefähr 6).

Vf. sieht im Wechsel von Rückzugsphasen mit Senkung des Eises und Stillstandsphasen die Hauptursache der fluvialen Terrassenbildung am Nordrande der Po-Ebene und im angrenzenden Hügellande. Auf Grund einzelner Beobachtungen kommt er zu dem Schlusse, dass in Voralpen die Mindel-Zeit höchst wahrscheinlich durch die einzelnen höheren Moränenwelle, die Riss-Zeit dagegen durch die tieferliegenden höheren Moränenzuge, die Würm-Zeit endlich durch das altimetrisch noch tiefergelegene Moränegelände vertreten ist.

Carta schematica delle formazioni quaternarie e superficiali.

Le aree bianche indicano le montagne. — Per emergenze prequaternarie s'intendono i dossi che emersero dalla coltre glaciale solo nel Würm. — Per maggiore semplicità non venne indicato il decorso dei seguenti pur notevoli scaricatori orientali würmiani: Val Selvagna e Valle Olona (Varese) nel territorio varesino; Induno, Val Poscala e Val Bèvera per l'anfiteatro di Porto Ceresio; Val Gioghi e Val Morea per gli anfiteatri di Capolago e di Albiolo.

Alluvione superficiale della pianura terrazzata.

Alluvione cementata (molto simile al *ceppo* tipico).

Alluvione fangosa impermeabile (facies fluviale Günz?).

Fig. 1 — *Sezione nella scarpata del versante sinistro della Valle dell'Olona sotto Gorla Maggiore.*
Più a valle tutta la scarpata o le scarpate derivate da terrazzamento, sono costituite di alluvioni sciolte fresche, largamente utilizzate, mentre quasi tutte quelle della valle che utilizzano lembi di quanto si vede in questa fotografia, vengono presto chiuse essendo materiale scadente. (Nangeroni)

Fig. 2 — *Sezione naturale lungo il T. Vellone, sponda sinistra, tra Belforte e il Cimitero.*
1. Argille azzurrognole con qualche ciottolo striato (parzialmente mascherato dal materiale franato); 2. Sabbie giallognole a stratificazione incrociata; 3. Morenico non grossolano, molto angoso (Günz); 4. Fluvioglaciale del terrazzamento I^a^ cerchia würmiana. Vedasi anche il profilo della figura 2 nel testo che rappresenta la sponda opposta più completa perchè non abbassata dal terrazzamento. (Nangeroni)

Fig. 3 — *La scarpata di Bizzozero verso il F. Olona.*
Si confronti questa fotografia con il profilo della figura 1 del testo. Il fabbricato a destra in alto è il Castello. (NANGERONI

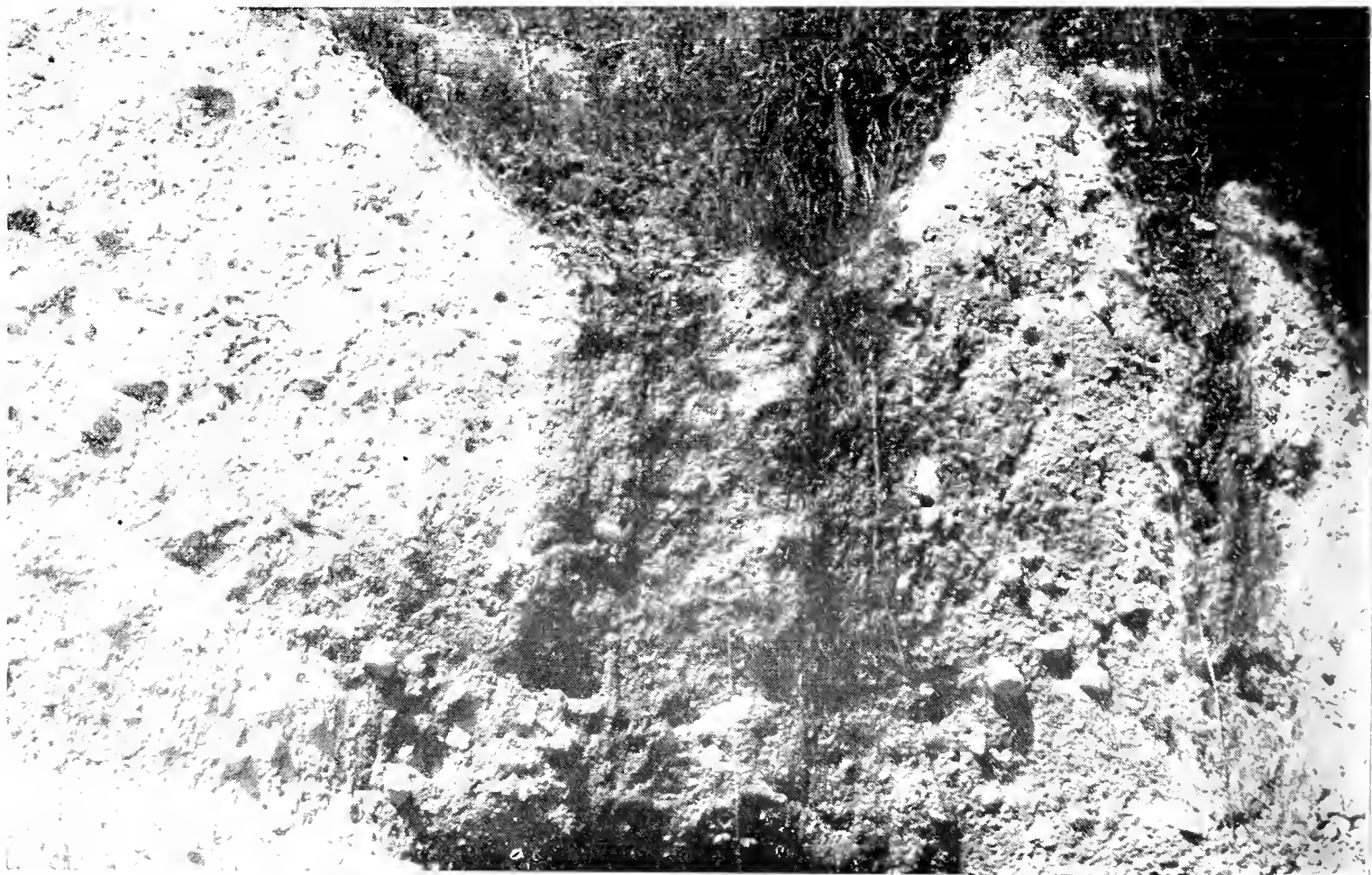



Fig. 4 — *La tipica facies del Morenico Günz nel varesotto.*
Ciottoli di non rilevanti dimensioni, con prevalenza di calcari (meravigliosament striati) e di porfidi, immersi in una pasta argillosa assolutamente impermeabil (NANGERON

Fig. 5 — *Tipico ferretto morenico* (Mindel) in Val Tenore. Tutti i ciottoli si sbriciolano nelle mani. (NANGERONI)

Fig. 6 — *Come si presenta il ferretto Mindel a facies morenica.* Anche se la forma dei massi è rimasta, tutto il materiale è ridotto a sabbia e a poltiglia fangosa. Alta Val Tenore, nell'Altopiano di Carnago. (NANGERONI)

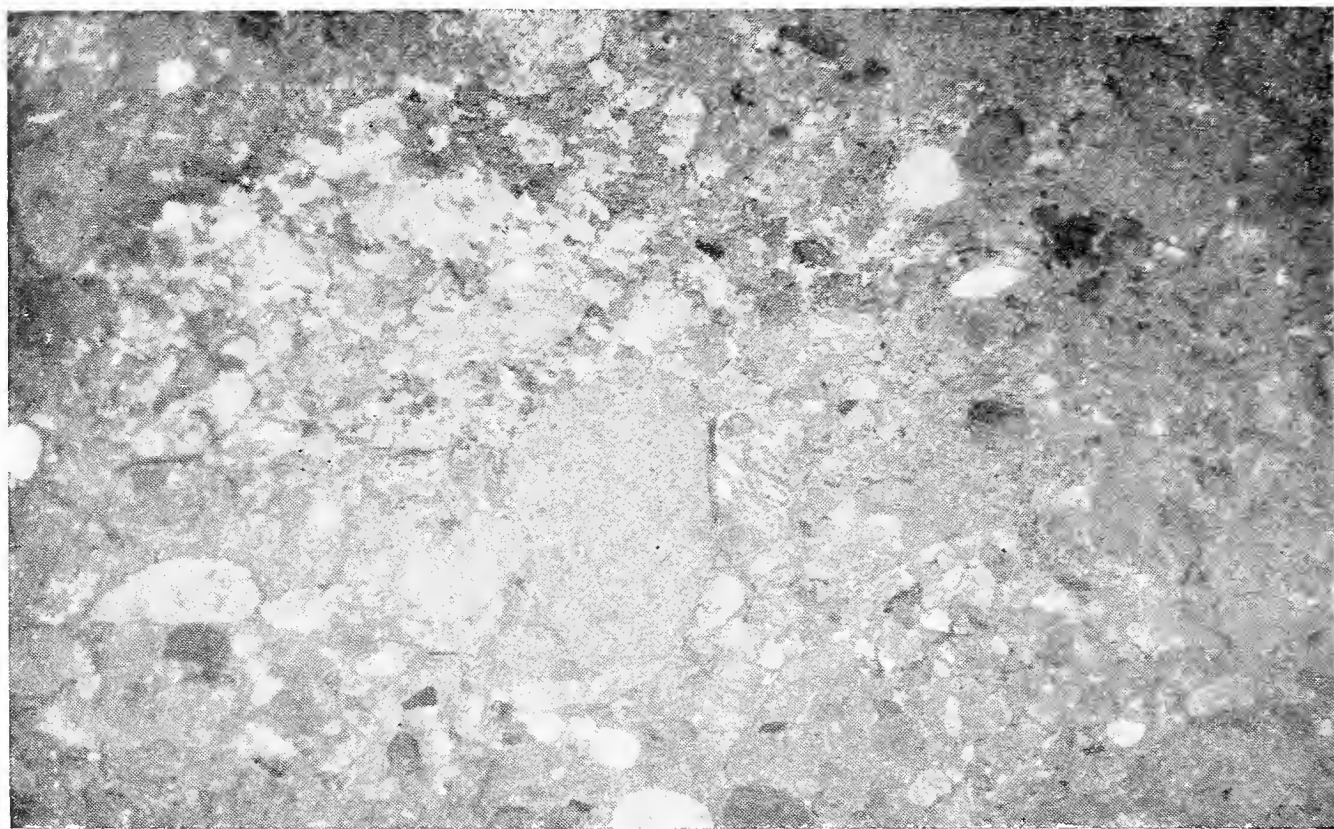



Fig. 7 — *Sezione nel ferretto Mindel a facies morenica* (assoluta mancanza di stratificazione) in Val Riale sopra Cassano Magnago. I ciottoli e i massi sono tutti sezionati e costituiscono nel complesso una *superficie piatta.* (NANGERONI)

Fig. 8 — *La Morena mindeliana* (o rissiana?) presso C.na Ospedale di S. Cristina, Borgomanero. (NANGERONI)

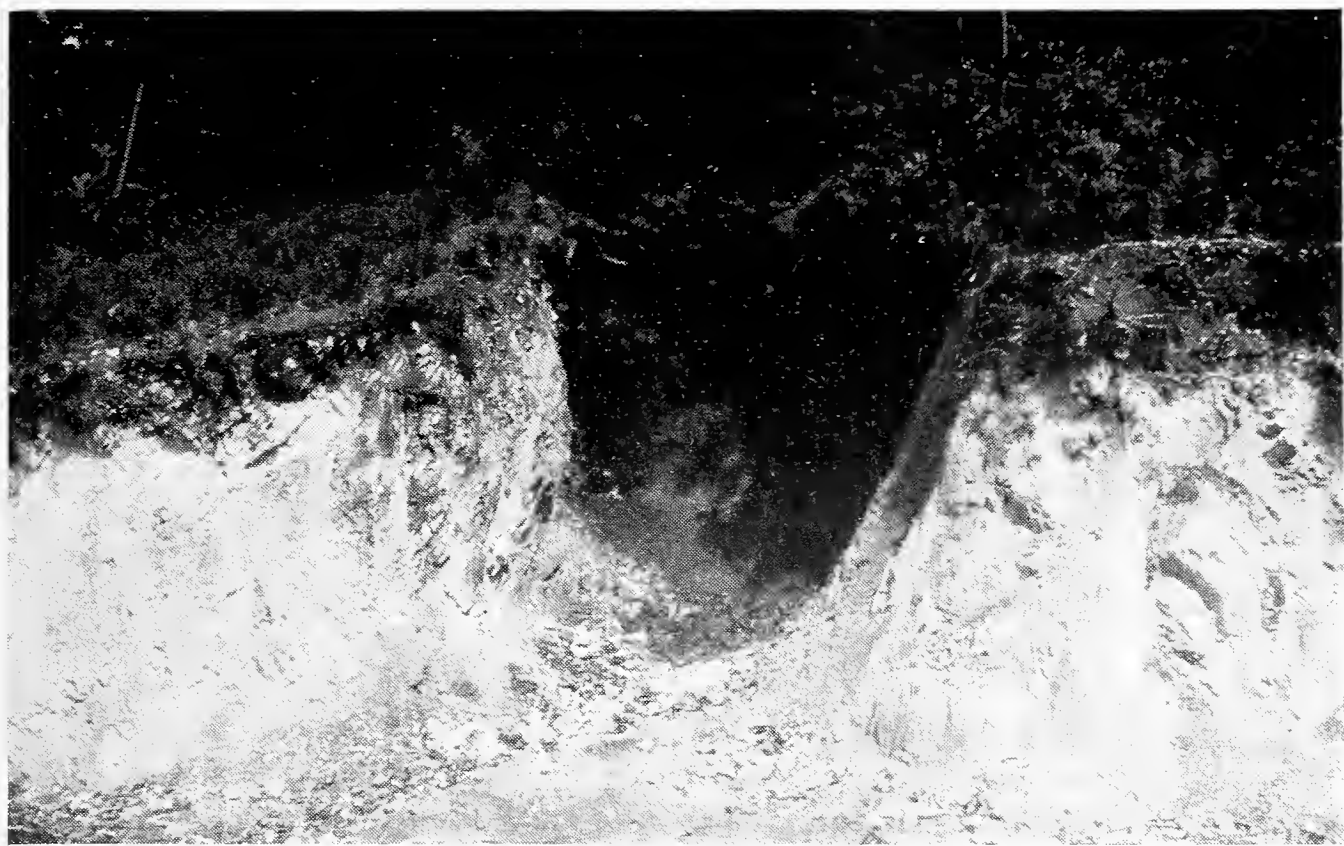



Fig. 9 — *Dolina a scodella in dolomia ladinica ripiena di morenico cristallino estremamente ferrettizzato*, a m. 625, lungo la strada militare Bregazzana-Chiusarella, presso le ville di Ravetta. Qui presso vi sono molti altri affioramenti liberi. Siamo ai limiti più alti del morenico, allo sbocco della Val Ganna, morenico collegabile sotto ogni aspetto a quello ferrettizzato Mindel degli anfiteatri. (NANGERONI)

Fig. 10 — *Sezione nel terrazzo del Diluvium Medio* presso La Malpensa (Gallarate). Ghiaia di fluvio-glaciale Riss, ricoprente il ferretto terrazzato che qualche volta emerge a dossi (presso Cardano al Campo) o affiora perchè non ricoperto dall'alluvione rissiana. Ghiaia e sabbia non utilizzabile perchè, per quanto non molto, essa è certamente un po' alterata. È veramente un gradino che sta di mezzo tra il ferretto e le alluvioni würmiane. (NANGERONI)

Fig. 11 — *Sezione nell'alluvione del Diluvium Medio* (= facies alluvionale del Riss) nella scarpata di Cardano al Campo presso Gallarate. La copertura di löss argilloso (talora usato per laterizi) raggiunge regolarmente i due metri di spessore. I tentativi di ricavare ghiaia o sabbia nel Diluvium Medio non hanno mai dato buoni risultati.
(Nangeroni)

Fig. 12 — *Morenico Riss* che copre il Mindel ferrettizzato, a facies alluvionale-lacustre, a Solbiate Arno. (NANGERONI)

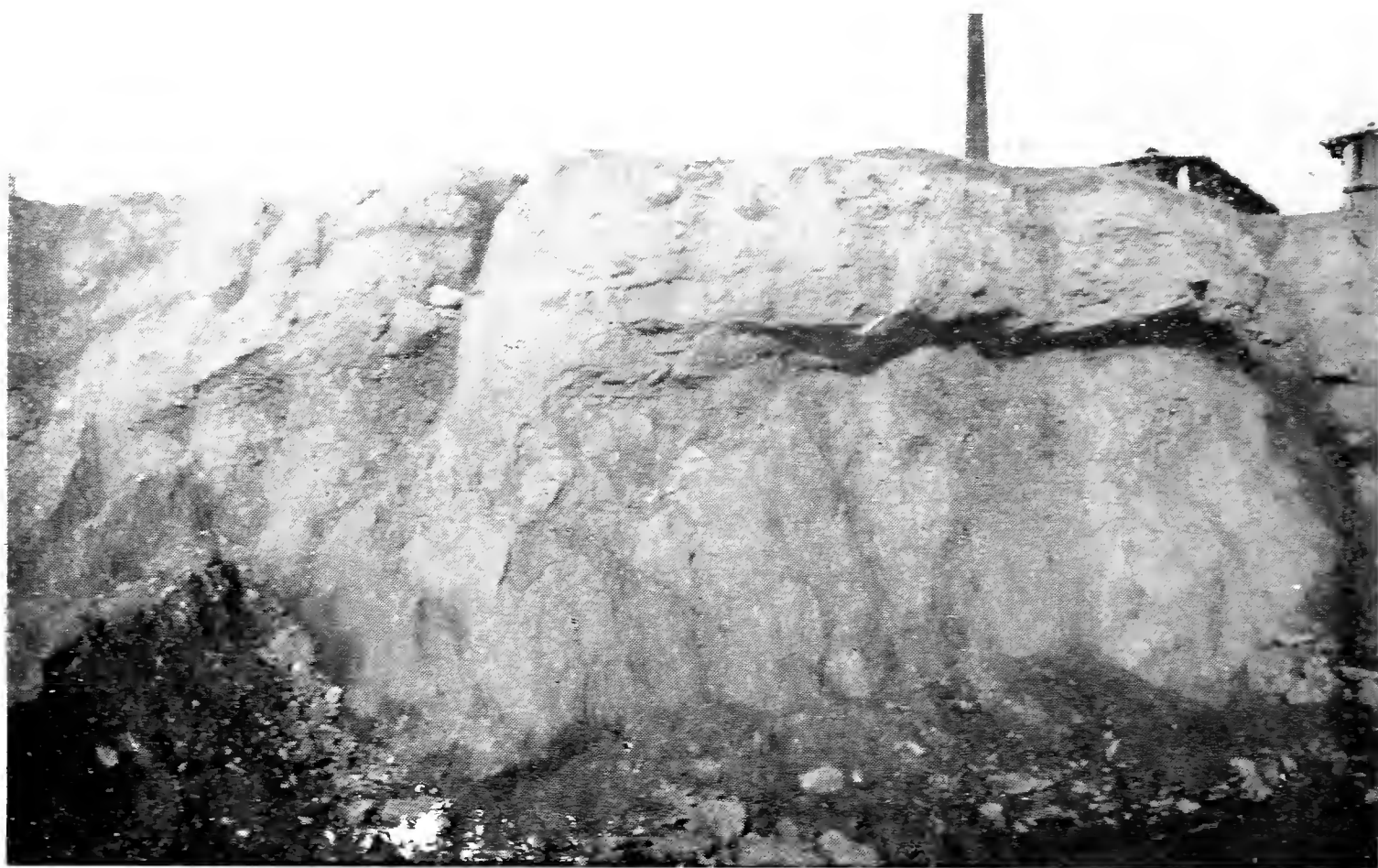



Fig. 13 — *Morenico Riss* che ricopre il *ferretto Morenico Mindel* alla fornace di C.na Maisa, presso Morazzone. (NANGERONI)

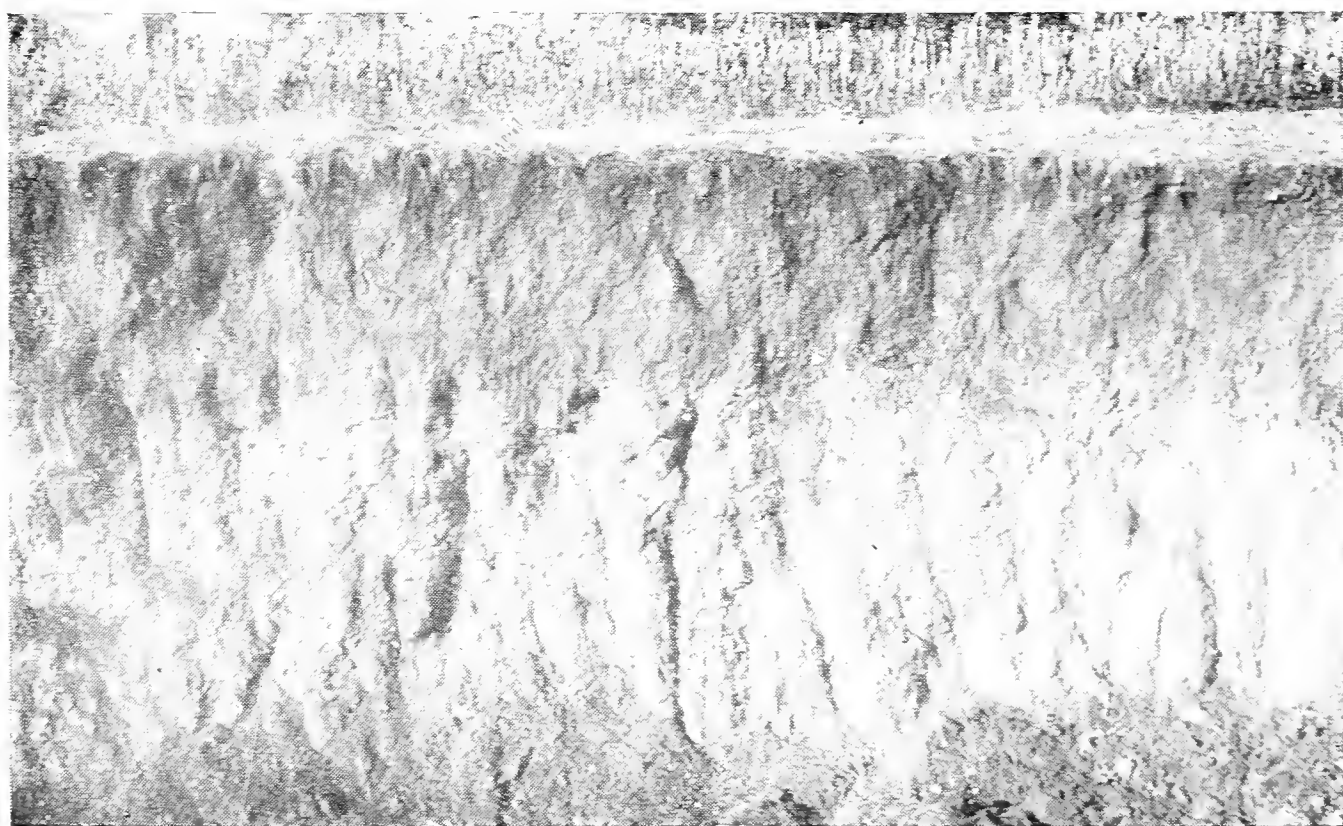



Fig. 14 — *Morena rissiana* (cerchia di Binago, anfiteatro del Lario) rivestita d'un mantello di löss-lehm dello spessore di oltre 2 metri. Sezione eseguita nei lavori del taglio della collina di Binago per la rettificazione della provincia Varese-Como. Sotto e a valle affiora il ferretto Mindel a facies morenica. (NANGERONI)

Fig. 15 — *Morenico Riss*: particolare della figura precedente. Per la presenza di grossi massi poco alterati, riuscì molto duro lo scavo di questa trincea, mentre riuscì facile nella vicina zona costituita di ferretto. (NANGERONI)

Fig. 16 — *Sezione nella morena della cerchia rissiana più esterna* sotto la chiesa Oggiona. Il lavoro di scavo in questa morena fu pari a quello per la trincea di Bina tagliata pure in morena rissiana. (NANGERON

ig. 17 — *Morenico Riss* a grossi elementi in una delle cerchie più esterne rissiane; resso trincea Autostrada per Sesto Calende, quota 307 presso il Monte Diviso.

(NANGERONI)

g. 18 — *Tipico aspetto di molti blocchi di granito delle morene più esterne rissiane.* a degradazione sferoidale è spesso accompagnata da frequenti spaccature. Nella mona della cerchia più esterna di C.na Ronchetti, tra Gallarate e Casorate.

(NANGERONI)

Fig. 19 — *La morena Würmiana di Belvedere* (Somma Lombardo) coperta da lehm giallognolo sabbioso. Questa morena giace su una parete di 80 metri di ghiaie e sabbie fresche recenti, dell'anaglaciale Würm. (NANGERONI)

Fig. 20 — *Morenico Würm* (VI cerchia) poggiante su ghiaie e sabbie alluvionali-lacustri dell'anaglaciale W., presso Mercurago, strada per Dormelletto. (NANGERONI)

Fig. 21 — *Morenico Würm* sovrapposto ad alluvioni recenti (anaglaciale W.) in una cava presso Besnate. (NANGERONI)

Fig. 22 — Come si presenta il morenico würmiano lungo il Ticino: base di ghiaie e sabbie dell'anaglaciale W.; copertura di poco morenico vero, rivestito di 2-3 m. di lehm con erratici. (NANGERONI)

Fig. 23 — *Cava di sabbia e ghiaia di Diluvium recente* (1 = anaglaciale Würm) coperto dal *fluvioglaciale Würm* della II-III cerchia (2) nell'opera di terrazzamento. Sotto Lozza. Valle F. Olona. (NANGERONI)

Fig. 24 — *Il terrazzo di Diluvium recente* (2) tra l'Olona e Malnate, con lo sfondo (1) dei dossi di molassa (M. Morone) emergenti da tutte le formazioni quaternarie e plioceniche. (NANGERONI)

1.

2.

3.

Fig. 25 — *Terrazzi tra Lozza e Castiglione.* 1. Morene mindeliane sulla molassa; 2. Terrazzi del Diluvium Medio; 3. Terrazzo del Diluvium Recente. (Nangeroni)

Fig. 26 — *Sabbia di delta lacustre sul piano d'Angera* (m. 208) a soli 15 metri sul livello del Verbano. Testimonianza sicura d'un livello delle acque lacustri più alto di 15 metri rispetto all'attuale. (Nangeroni)

Fig. 27 — *Vecchio delta sabbioso*, alto 15 m. sul Lago di Comabbio. (NANGERONI)

Fig. 28 — Il *Cavallaccio*, gigantesco erratico di scisto serpentinoso sulla riva lombarda del Verbano, tra Ranco e Ispra; misura m. 5 × 8. (NANGERONI)

Il morenico del Lario.

1. **Il territorio.** La regione da noi presa in esame, per quanto riguarda il morenico, comprende tutto il territorio montuoso in cui è scavata la lunga e bifida conca del Lario, da Colico-Dongo a Como da una parte e a Lecco dall'altra. Sul piano di Colico confluivano le due grandi colate abduane, cioè quella propriamente valtellinese e quella di Chiavenna (Spluga, Maloggia). Di fronte a Colico al di là del Lago, dalle tre valli del Livo, del Liro e dell'Albana, scendevano tre minori ghiacciai (cime, alla testata, sui 2600 m.), per quanto si abbia motivo di ritenere che le stesse valli fossero penetrate anche da rami della colata abduana.

Ancora sulla sponda occidentale due selle di trasfluenza sono notevoli: quella di Menaggio-Gràndola (a m. 450) attraverso cui il Ghiacciaio Abduano scendeva al Ceresio, unendosi alla colata derivata dalla trasfluenza del Ghiacciaio Ticinese attraverso il Ceneri (circa m. 600); quella d'Intelvi, sopra Argegno a circa m. 730, sul cui elevato piano avveniva l'anastomosi della colata di trasfluenza proveniente dal ramo di Como, con la colata di di trasfluenza proveniente dal ramo di Menaggio-Ceresio. Null'altro di caratteristico, salvo particolari che si vedranno durante il lavoro.

Sulla sponda orientale, l'imponente colata abduana insinuava una prima lingua nella Val Varrone, qui collegandosi al ghiacciaio proprio della Val Varrone, per uscirne insieme attraverso la sella di Casargo (m. 900) e per insieme unirsi alla lingua della Valsàssina; poi una notevole colata di trasfluenza nella Valsàssina che percorreva tutta la valle fino a Balisio anzi fino a Ballabio (sopra Lecco); poi una terza lingua s'insinuava nella Valle di Èsino; e una quarta nella Valle di Mandello. Uscendo oramai al piano, nella grande conca di Lecco, la colata nei tempi di massima glaciazione si univa in quel di Ballabio alla colata di trasfluenza della Valsàssina.

L'emergenza montagnosa del triangolo lariano, elevato fin oltre 1600 m., non solo determinava la biforcazione della grande colata abduana nelle due colate di Como e di Lecco, ma altresì particolari fenomeni d'insinuazione e di trasfluenza. Così dal ramo comasco si staccava un ramo secondario insinuato nella valle di Nesso e poi un secondo nella valle di Faggeto. Invece il ramo di Lecco trovava alla sua destra tre successive selle attraverso le quali poteva trasfluire: la Sella di Magreglio sugli 800 m., da cui la colata scendeva sul piano di Erba e perciò nella pianura verso Inverigo, ecc.; la sella di Crezzo, egualmente sugli 800 m., da cui la colata scendeva per confluire con la precedente; la sella di Valbrona, sui 500 m., attraverso cui un'altra colata penetrava per confluire con le due precedenti. Così formata, la grande massa glaciale vallassinese, prima di uscire al piano mandava tre lingue secondarie insinuate nella Conca di Sormano e nella Val di Caslino, a destra, e nella Val Ravella a sinistra. Lo sbocco al piano è poi caratterizzato dalla presenza d'un largo roccione liassico, alto sui quasi 700 m., (M. Scioscia) che collega i monti comaschi con i monti lecchesi, rimasto isolato dal taglio del T. Lambro e dalla conca del L. Segrino; largo roccione superato durante i periodi di maggiore sviluppo glaciale, emergente invece durante il minore periodo e le minori fasi.

In tal modo i gruppi montuosi interamente circondati dai ghiacci durante le maggiori glaciazioni furono: nella fascia prealpina: il Gruppo del M. di Tremezzo (m. 1700), il Gruppo del Sasso Gordona (1410), tutta la cresta dal S. Primo (1685) al M. Uccellera (1685-1236), la cresta dai Corni di Canzo (1371) alla Croce del Cornizzolo (1196), il Gruppo delle Grigne (2410-2184).

Quanto alle formazioni geolitologiche, la linea trasversale che va da Menaggio a Bellano, salvo particolarità notevolissime ma al nostro scopo di scarsa importanza, separa il complesso di rocce mesozoiche delle Prealpi (dolòmie, calcari, arenarie, argille) dal complesso di rocce premesozoiche e cristalline (gneiss, micascisti, graniti, porfidi, arenarie e conglomerati permiani, ecc.): al nord, le Alpi con tutte le caratteristiche strutturali litologiche e altimetriche (strati subverticali diretti da ovest a est, monti collegati a catene, cime talora superiori ai 3 mila metri); al sud, le Prealpi (fenomeni càrsici, monti spesso non riuniti a catene ma costituenti blocchi distinti, cime raramente superiori ai 2 mila metri); ancora nella zona d'alimentazione glaciale, la prima;

prevalentemente percorsa da ghiacciai esotici la seconda. Fa eccezione il Gruppo delle Grigne che supera i 2400 m., e che venne quindi occupato anche da ghiacciai locali, e che ha una base paleozoica.

Il lavoro venne così diviso: il Prof. Pracchi ha studiato la sponda occidentale del Lario da Dongo a Como e la sponda orientale del ramo di Como da Bellagio a Como; il Prof. Nangeroni ha studiato la sponda orientale del Lario da Colico a Lecco e la sponda occidentale del ramo di Lecco dalla Sella di Magreglio a Erba-Lecco.

La conclusione venne stesa concordemente da ambedue gli Autori.

2. **Gli studi precedenti.** Questo territorio fu oggetto di studio di molti naturalisti, dai primi che si interessarono quasi unicamente dei massi erratici (De la Bèche, ecc.), ed altri che si addentrarono nella esplorazione di tutto il morenico (Corti, Stoppani), o si interessarono del morenico accidentalmente a proposito di rilevamenti geologici (Philippi, Rassmuss, Trumpy, ecc.), agli ultimi, tutti di questo secolo, che esaminarono il problema del glaciale abduano in modo più completo e per tutto, o gran parte, del Lario. Tra questi vanno ricordati specialmente, oltre allo Stoppani e al Taramelli: il Wilmer (1904), che trattò di tutto il Ghiacciao dell'Adda; il Vanni, che nel 1933 eseguì una indagine generale nel ramo comasco del Lario, approfondita nel 1940 per la Valle d'Intelvi; il Sacco (1936) con un lavoro di divulgazione sul glacialismo lombardo; il Dr. Heinz O. Haupt (1938), in un suo studio sulle glaciazioni nelle Alpi Bergamasche; il Pracchi, per primo studiò profondamente il morenico della conca di Rezzago (1937) e di tutto il triangolo lariano (1939) giungendo a conclusioni non definitive, ma certo molto interessanti, riguardo alle diverse glaciazioni; nel 1939 esce un lavoro sulla Valsàssina dell' Esposti, in cui si tenta di vedere le distinzioni tra i diversi morenici, riuscendo ad alcune significative conclusioni; nel 1947 viene pubblicato dal C. A. I. di Milano un lavoro del Mauro-Nangeroni in cui, oltre all' elenco critico completo dei massi erratici di tutta la Lombardia Occidentale, si danno alcune idee generali, illustrate abbondantemente con disegni, fotografie e carte, sullo sviluppo dei ghiacciai quaternari nel bacino lariano.

BIBLIOGRAFIA FONDAMENTALE

ESPOSTI A - Il morenico nell'Alta Valsàssina (*Contributi Studi Geografia, Univ. Catt. Milano, 1939*).
HEINZ O. HAUPT - Die eiszeitliche Vergletscherung der Bergamasker Alpen (*Triltsch - Huter*, Berlino, 1938).
PRACCHI R. - Il morenico nella Conca di Rezzago in Valsàssina (*Boll. Comit. Glacial. Italiano, n. 18, 1938*).
PRACCHI R. - Geomorfologia dell'Alta Brianza (*Contributi Studi Geografia, Univ. Catt· Milano, 1939*).
SACCO F· - Il glacialismo lombardo (*L'Universo, Firenze, 1936*).
VANNI M. - Gli apparati morenici würmiani del ramo occidentale del Lario (*Boll. d. Soc. Geografica Italiana, Roma, 1933*).
WILMER FR - Beiträge zur Kenntnis des diluvialen Adda - Gletschers (*Mitteil. d. Naturfor. d. Gesellsch. in Bern, 1900-1905*).

Roberto Pracchi

IL QUATERNARIO NEL LARIO OCCIDENTALE

Premessa.

Il territorio sul quale ho condotto l'indagine per il rilevamento dei residui morenici del glacialismo quaternario costituisce la porzione occidentale del bacino del Lario; in essa vi si possono distinguere due parti: quella settentrionale e quella meridionale.

La parte settentrionale, chiamata anche «alto Lario», si allunga dallo sbocco della Val Chiavenna sino a Menaggio, modellata in versanti di forme molto blande nelle rocce cristalline, in prevalenza nei teneri micascisti. Però di tale parte, nella esposizione che segue, ho creduto opportuno, in relazione ai fini che l'indagine si propone, di trascurare il tratto compreso tra Gera e Dongo, in quanto nell'ambito di esso, per l'alte cime che stanno a corona (per lo più oscillanti sui 2500 metri) e per le profonde valli che ne discendono (Valli del Liro, d'Albano, ecc.), si formarono ghiacciai locali che complicarono la normalità della deposizione del morenico da parte della principale colata del ghiacciaio abduano. Per tale ragione, nella relazione che segue, si fa riferimento soltanto al versante del Lario occidentale compreso tra il costone del Bregagno che discende al Castello di Musso e la Valle di Menaggio.

Della ramificazione luganese che, attraverso la Valle di Menaggio, si staccava dalla colata maggiore si danno indicazioni solo per quel tanto che è necessario allo scopo di convalidare le asserzioni relative alla regione in esame. È ovvio d'altronde che, per la congiunzione della ramificazione abduana di Menaggio con la ramificazione ticinese del Ceneri, il fenomeno glaciale nel Luganese, presenta dei problemi particolari che impongono uno studio a sè, distinto da quello del Lario occidentale.

La parte meridionale del Lario occidentale, chiamata anche lago di Como o, più propriamente, *ramo* di Como, si sviluppa tortuosa quasi a forma di S allungata, accompagnata da versanti

modellati in formazioni calcaree, prevalentemente del Lias, che non raramente incombono ripidi e qua e là accidentati e in alcuni punti si aprono in valli sospese ma profonde, come quelle di Nesso e di Faggeto sulla sponda destra e quella d' Intelvi sulla sponda sinistra.

Nel complesso la superficie esplorata di cui si da conto nella esposizione che segue abbraccia 228 chilometri quadrati di cui 42 nell'alto Lario, 92 nel versante occidentale del ramo di Como e 94 su quello orientale dello stesso. Poichè trattasi di territorio tutto montuoso è comprensibile che l'indagine abbia potuto conchiudersi dopo non pochi anni; potrei dire che le prime ricerche si iniziarono nel 1936 con risultati che, riassunti in pubblicazioni nel 1938 e nel 1939 (1), hanno trovato conferma nell'esposizione seguente, almeno per quel che riguarda le affermazioni essenziali.

In realtà nella regione da me studiata o su su parte di essa non mancavano sin da quegli anni parziali indagini; oltre a quelle generiche ed occasionali, citate nella introduzione generale, si deve al Vanni (2) il primo studio specifico ed interpretativo del morenico del ramo comasco del Lario, studio condotto però sulla falsariga di quello compiuto dal Novarese per il Verbano. Comunque per il ramo di Como il Vanni rilevò quattro ordini di depositi morenici che vennero interpretati come quattro fasi di arresto del processo di ritiro della colata glaciale würmiana. Sul versante del Monte Grona i livelli in successione altimetrica decrescente vennero così indicati: da 1300 a 1000 metri per il I ordine; da 875 a 750 metri per il II ordine; sui 500 metri per il III ordine; sui 360 metri per il IV ordine.

Il Sacco (3) nel 1936, presentava, per quanto in un lavoro di carattere divulgativo, una interpretazione assai differente, che più si avvicina al risultato delle indagini attuali. « Nelle regioni

---

(1) PRACCHI R., *Il morenico nella conca di Rezzago in Valsàssina*, in «Boll. d. Comitato glaciologico it.», n. 18, Torino, 1938; id. *Geomorfologia dell' Alta Brianza,* in «Contributo agli studi di geografia», Vita e Pensiero, Milano, 1939.

(2) VANNI M., *Gli apparati morenici würmiani del ramo occidentale del Lario,* in Boll. d. Soc. Geog. It., Roma 1933.

(3) SACCO F., *Il glacialismo lombardo*, «L' Universo», A. XVIII, fs. 8-10, Firenze, 1936.

entralpine — egli scrive — i depositi morenici attribuibili al *Mindeliano* (che trovasi generalmente nella parte più alta dei terrazzi glaciali) sono relativamente scarsi o non ben riconoscibili o delimitabili, perché abrasi od alterati dagli agenti esterni oppure ricoperti da detriti di falda, da conoidi e simili; però in condizioni speciali essi si poterono conservare.

I ripiani morenici riferibili al *Rissiano* formano generalmente gradinate abbastanza elevate, estese e tipiche, di cui per lo più le superiori costituiscono la zona dei pascoli montani, e le inferiori la zona delle coltivazioni e delle borgate alpine sparse sui fianchi più o meno alti delle vallate. Infine i terreni morenici, riferibili al *Würmiano*, formano i terrazzi o gli estesi piani inclinati dei fianchi vallivi, spesso passanti, lateralmente, alle zone delle conoidi laterali e, verso il basso, alle zone dei bassopiani vallivi. Essi costituiscono la regione delle borgate più ricche ed abitate » [1].

Nei miei lavori del 1938 sulla conca di Rezzago e del 1939 sul Triangolo lariano [2], pur con qualche variante portavo testimonianza della triplice distinzione dei depositi morenici, basata sull'altimetria, sulla morfologia e sullo stato di conservazione e prospettavo la possibilità che il morenico più elevalo, scheletrico e sparso potesse essere assegnato al Mindel, il morenico sottostante, ferrettizzato e spesso a forma di cordone, potesse essere assegnato al Riss e il morenico ancor più basso, freschissimo e di solito terrazzato, potesse essere assegnato al Würm.

Riprendendo poi le indagini in più ampio raggio, ho trovato in linea generale una conferma della giustezza della distinzione adottata, a parte naturalmente, la assegnazione cronologica che, se non provata da una disposizione stratigrafica, rimane solamente un apprezzamento soggettivo. Da quanto precede si comprende perchè, nelle pagine che seguono, ho ritenuto di poter adottare la suddivisione, per ciascuna zona studiata, in tre parti; una sul *morenico sparso più elevato*, un'altra sul *morenico dei cordoni più elevati*, e una terza sul *morenico a terrazzi*.

---

(1) Sacco F., op. cit., pagg. 738-739.
(2) Pracchi R. op. cit.

La sponda da Dongo a Cernobbio.

1. Il morenico nell'alto Lario.

Della sponda occidentale dell'alto Lario ho preso in esame — per le ragioni esposte nella premessa — soltanto il tratto compreso tra il contrafforte del Castello di Musso (incombente sul lago a mezza strada tra l'abitato omonimo e il centro di Dongo) e il solco di Menaggio, nel quale l'antico ghiacciaio abduano insinuava una grandiosa ramificazione.

Tra i due centri — Musso e Menaggio — intercorrono undici chilometri in linea d'aria e tredici chilometri di sviluppo costiero, ciò che indica chiaramente come questo manchi di ogni capriccioso ricamo. La riva del lago si snoda esattamente sul meridiano 3° 10' 30'' (O di M. Mario) tra Musso e Rezzonico; poi, da quest'ultimo a Menaggio, segue un andamento da nord-nord-est a sud-sud-ovest. Alla riva discendono morbidi versanti dal Monte Bregagno (m. 2107) e dal Monte Grona (m. 1728), collegati tra loro dal lungo Costone del Bregagno che si sviluppa parallelamemte alla sponda, mantenendosi ad altimetria oscillante tra i 1611 metri della Forcoletta (la insellatura più bassa) e i 1905 metri della groppa mediana.

Una serie di vallette, rispettivamente a guisa dei denti di un pettine, discende lungo le pendici montuose a sfociare nel lago; da nord a sud, così si succedono: la Valle di Musso, la Val Grande, la Val Quaradella, la Valle Vezzedo, la Val di Greno, la Val di Miro. I loro solchi mettono in evidenza groppe montuose quali il Dosso di Naro, sul quale sono sparsi gli abitati di Pianello Lario, il dosso sul quale si trovano i centri di Cremia, il dosso su cui sono distribuite le frazioni di Santa Maria Rezzonico e, infine, il dosso del Motto o semplicemente Sasso Rancio. Ma le valli non presentano incisioni tanto marcate e penetranti da rompere l'unità di questa regione.

Una evidente unità si manifesta anche rispetto alla litologia. Al contrario di quel che avviene sul ramo di Como, dove affiorano in prevalenza formazioni calcaree, questi versanti dell'alto Lario sono modellati in una potente massa di scisti micacei piuttosto teneri, attraversati da vene di gneiss — come quelle più potenti del Bregagno e del Grona — non molto compatti. A sud dell'affioramento gneissico del Grona, a formare il versante meridionale dello stesso monte e la groppa del Motto (Sasso Rancio),

emergono banchi dolomitici assai compatti, ma evidentemente modellati dalla potenza della lima glaciale.

La morfologia dei versanti — come ho già accenato, — si manifesta, nelle linee generali, molto blanda. Assai di rado la roccia in posto, emerge dal verde che l'ammanta e discopre forme di qualche asprezza; ne è un esempio quasi di eccezione il Sasso Rancio. A determinare tali caratteristiche particolari hanno contribuito in pari misura la natura della roccia in posto, che è assai erodibile, e i depositi morenici che sovr'essa si sono distesi talvolta con potente velo.

Normalmente l'indagine per individuare e delimitare i depositi morenici risulta piuttosto ardua, poichè un esame sicuro del materiale di accumulo è per lo più precluso dalla copertura del terriccio vegetale e dalla cotica erbosa. La morfologia, poi, non offre alcun aiuto, perchè la caratteristica disposione terrazzata del morenico si manifesta non frequentemente e quasi mai con evidenza. Nella maggior parte dei casi, infatti, il morenico si spande appiattito sul lento pendio, per cui i bordi di eventuali terrazzi sono eccezionalmente individuabili. Si aggiunga che ai più bassi livelli, la sistemazione dei terreni ad opera dell'uomo ha cancellato ogni traccia della morfologia originaria. Di conseguenza ogni tentativo di individuare i depositi morenici e di ricostruire i terrazzi risulta spesso vano e ogni conclusione soggettiva. Ciò non induce tuttavia a desistere: qualche indicazione può utilmente essere messa in luce; qualche ipotesi può pure essere formulata affidando al confronto conclusivo il compito di renderla valida o di lasciarla cadere.

Il limite massimo del morenico.

Non è difficile sugli alti versanti del Monte Bregagno e del Costone omonimo rinvenire sparsi elementi cristallini allotoctoni, in prevalenza gneiss, talvolta granitiferi e porfiroidi. In generale non sono di dimensioni appariscenti e occorre perciò qualche attenzione; non mancano tuttavia, a sicura indicazione, i graniti.

I più alti livelli ai quali ho avuto la ventura di trovare testimonianze del morenico sono: a circa 1480 metri sul costone di San Bernardo [1] e sul dosso di Naro verso Val Bellera; alla

[1] Chiamo con tal. nome, derivato da una cappelletta posta a m. 1105, la dorsale anonima che dal Monte Bregagno scende al Castello di Musso.

medesima altimetria sotto l'*alpe* Sumèro sopra il dosso di Crèmia; a m. 1475 poco sopra il Mottone del dosso di Santa Maria Rezzonico. Anche sulle pendici del Monte Brèglia non manca qualche elemento cristallino poco sopra i 1450 metri.

In generale non è possibile controllare se i blocchi di siano accompagnati da materiale minuto; ma, a quel che pare, essi si trovano per lo più isolati.

Il morenico a cordone.

Assegno a questo paragrafo il titolo di «morenico a cordone» per opportunità di uniformità o meglio di collegamento con gli altri capitoli; ma, in verità, la caratteristica forma (che appare con tanta evidenza nella regione del ramo di Como) non si manifesta, sui versanti della zona in esame, con tale spicco da giustificare di per sè la denominazione. Si dovrebbe quindi più semplicemente ed esattamente indicare questo morenico come il più alto cumulo. Tale appare infatti, in alcuni punti assumendo una forma lievemente terrazzata, in altri distendendosi in pendio di blanda inclinazione.

Presso il costone di San Bernardo questo più alto cumulo morenico appare all'altimetria di 1420 metri sopra l'*alpe* Pùntolo (m. 1339). Interrotto per un lungo tratto il cumulo riappare sul Dosso di Naro, dove prende maggior rilievo verso q. 1398 nella Val Bellera. Credo che a questo si possa collegare il morenico press'a poco alla medesima altimetria del dosso di Crèmia (q. 1418 e 1410) e quello sopra il Mottone sul dosso di Santa Maria Rezzonico che può essere seguito sino all'*alpe* Rescascia (m. 1413). È evidente che le costruzioni di questa *alpe* sono edificate sopra il cumulo morenico che ivi prende evidente forma a terrazzo. Ritengo che a questo stesso livello morenico debba assegnarsi quel residuo di blocchi cristallini che il Wilmer segnala sui 1400 metri lungo le pendici del Monte Grona [1].

Il morenico a terrazzi.

A causa della particolare giacitura del morenico sui versanti in esame, che non mette in evidenza se non raramente dei ter-

---

[1] « ... Grenze scharf durch Blokkolonie bei 1400 m. (v. Bild n. 3)», WILMER FR., *Beiträge zur Kenntnis des diluvialen Adda-Gletschers,* in « Mitteil. d. Naturfer. d. Gesellsch. in Bern », 1905, cap. V.

razzi, per individuare i possibili livelli di questi, ho ritenuto, in fase di indagine, di adottare il seguente procedimento: rilevati il terrazzo o i terrazzi sicuramente tali e di natura morenica, seguire il medesimo livello (tenendo calcolo delle possibili variazioni dello stesso in relazione alla pendenza generale della colata glaciale e alle accidentalità della morfologia locale) per costatare la eventuale continuità dei depositi e la probabilità di un ordine di terrazzamento.

In sede espositiva, adottare lo stesso criterio risulterebbe, a mio parere, poco conveniente rispetto alla chiarezza e alla brevità. Credo preferibile indicare gli ordini di terrazzamento individuati seguendo da nord a sud il variare del loro livello altimetrico lievemente decrescente nello stesso senso.

Eccone in breve il loro quadro.

Il *primo ordine* di terrazzi si diparte dal costone di San Bernardo a circa 1325 m. e si manifesta con evidenza all'*alpe* Pùntolo (m. 1335) i cui magri pascoli si distendono nella conca formata in parte dall'accumulo morenico. Sul dosso di Naro il medesimo livello morenico si manifesta presso le q. 1338 e 1321; sul dosso di Cremia all'*alpe* Porta Livèra (m. 1287); e, infine, sul dosso di Santa Maria Rezzonico, presso il Mottone, ad altimetria di circa 1300 metri.

Il *secondo ordine* di terrazzamento si manifesta nell'alta valle di Musso sui 1200 metri di altimetria e precisamente all'*alpe* della Croce, a m. 1210 circa, e ai *monti* Adacca (di sopra) a m. 1188. Sul dosso di Naro un terrazzo si distende tra l'*alpe* Nencin (m. 1201) e i monti di Naro (m. 1196). Sul costone di Crèmia altri terrazzi appaiono evidenti ai *monti* Piazzucco (m 1170) e al *monte* Calorgna (m. 1184). Sul costone di Santa Maria Rezzonico quest'ordine terrazzato potrebbe forse continuare all'incirca verso le sorgenti sopra le case Gia, a m. 1200 circa, ma non risulta evidente. Oltre questa località il morenico si fa assai raro e mi pare arrischiato tentare collegamenti con depositi di scarso significato, sparsi sui versanti del Monte Grona. In relazione a quest'ordine di terrazzi ritengo opportuno mettere in evidenza come le acque affiorino con notevole frequenza, anche in quantità utilizzabile: così all'*alpe* della Croce, ai *monti* Adacca, presso i *monti* di Naro, ai *monti* Piazzucco e i *monti* Calorgna.

Il *terzo ordine* di terrazzamento si manifesta alla testata

della Valle di Musso ad una altezza oscillante sui 1100 metri circa, lo si identifica sotto il costone di San Bernardo ove si stendono fertili prati e buoni pascoli, su cui allineano aggruppamenti di dimore temporanee (senza nome) e di fienili in numero notevole. Cenni di terrazzamento si osservano sulla costa di Naro press'a poco alla medesima altimetria e sul costone di Cremia alle *cascine* di San Domenico sempre a 1100 metri o poco meno. Sul costone di Santa Maria Rezzonico il collegamento si può fare ad una altimetria compresa tra le quote 1104, 1094, 1093, al cui livello, o poco più o poco meno, si allineano numerosissimi fienili e abitazioni temporanee. Incerto è il collegamento verso sud con il lembo morenico dei monti di Breglia lievemente inferiore come altimetria alle quote precedentemente citate.

Un *quarto ordine* di terrazzamento credo si possa identificare attraverso le seguenti indicazioni: nella Valle di Musso, al *monte* Fiesso, a 1000 metri, e ai *monti* Ariago pochi metri sopra i 1000; sul Dosso di Naro ai *monti* Nassina (m. 977) e Nesdone (m. 1012); sul costone di Santa Maria Rezzonico ai *monti* Musò (m. 1031) e ai *monti* viciniori. Oltre questo limite è impossibile ogni sicuro riferimento.

Il *quinto ordine* di terrazzamento appare ricostruibile con maggiore continuità e, in alcuni luoghi, con più evidenza. Nella Valle di Musso si hanno lembi di terrazzi presso i fienili a q. 903, ai baitelli sopra i *monti* Vel e presso *monte* Darva press'a poco al medesimo livello. Sul Dosss di Nasso vi sono ripiani a q. 905, dove sorgono diverse baite, ai *monti* Dalco (m. 927) e ai *monti* Resdone sui 900 metri. Sul dosso di Cremia si può forse prendere in considerazione il piccolo ripiano dei *monti* Baillo (m. 885). Sul costone di Santa Maria Rezzonico appaiono di probabile collegamento i ripiani dei villaggi temporanei, da quelli sopra Camnasco a q. 914, a quelli di Treccione (m. 938) e di Carcente (m. 883). Sopra l'abitato di Brèglia il morenico dai 900 metri circa discende ripido in costa verso Magino per un centinaio di metri, ne ciò può stupire poichè è probabile che il Motto (m. 863) con la sua gibbosità prominente abbia rotto, al livello del deposito morenico in considerazione, la continuità del margine della lingua glaciale. È presumibile tuttavia che, aggirato l'ostacolo, la massa glaciale abbia contribuito con i propri depositi morenici ad ampliare il terrazzo (che è soltanto parzialmente morenico) dei Monti di Prato Stella (m. 850) sulle pendici del Monte Grona.

Il *sesto ordine* di terrazzamento è possibile individuarlo attraverso i seguenti riferimenti: per la Valle di Musso, alle *bàite* di q. 780 e alle *case* di Primola (783); per il Dosso di Nasso, ai *monti* Gioàn a m. 775 e presso i *monti* Braghé (m. 800 circa); per il costone di Cremia, ai *monti* Marte (m. 799); per il costone di Santa Maria Rezzonico, al vasto terrazzo di Santa Croce su cui posa un velo morenico; per il Motto, ai pianori che, ad altimetria sui 750 metri, girano attorno alla groppa medesima; e, infine, al ricoprimento morenico che ammorbidisce le forme a q. 750 attorno alla groppa rocciosa del Castello sui fianchi del Monte Grona.

Il *settimo ordine* di terrazzi si può, non chiaramente, seguire sui 650 metri circa nei lembi di ripiani che sembra di poter individuare sul costone tra la Valle di Musso e la Val Grande; poi, al medesimo livello, sul Dosso di Naro tra i *monti* Tassinali (m. 625) e i *monti* Bricchera (m. 650 circa); infine, sul costone di Santa Maria Rezzonico tra Treccione (m. 647) e Carcente (m. 650 circa). È probabile che si debbano allacciare a questo livello i terrazzi morenici della conca di Plesio (a 600 metri circa) compreso lo stesso terrazzo su cui sorge l'abitato di Plesio (m. 595).

Ancora un *ottavo ordine* di terrazzi credo sia possibile ricostruire attraverso questa serie di riferimenti: per il dosso tra la Valle di Musso e la Val Grande, i *monti* Samboro sui 550 metri circa; per il costone di Santa Maria Rezzonico, il ripiano parzialmente morenico di Gallio a circa 530 metri e per quello, in parte velato di morenico, di Semnago (m. 519); infine, per le pendici del Monte Grona, il colmamento al cui margine vi è Logo (m. 496).

Altrimetricamente al di sotto del suddetto livello è forse azzardato per i profondi rimaneggiamenti determinati dall'opera umana, voler individuare altri terrazzi; per mio conto tuttavia non sarei alieno dal tracciare tre altri ordini di terrazzamento. Un *nono ordine* lo traccerei dai *monti* Sincido sopra Musso, a una media altimetria di 450 metri, attraverso i *monti* a q. 464 sopra Rovezzano, i *monti* a q. 465 sopra Sant'Anna di Pianello ai ripiani alla medesima altimetria sopra Cadreglio di Cremia, sino a Lucena (m. 420). Un *decimo ordine* lo segnerei da Croda (m. 362) sopra Musso, attraverso i ripiani di Sogarno e Cóslia, press'a poco alla medesima altimetria, i pianori sopra Sant'Anna di Pianello da Muggiana (m. 322) a Belmonte (m. 331), e poi

Vignola e Semurano (m. 328, m. 362) e infine Roncate (m. 330) e La Torre (m. 289). E forse un *undicesimo ordine* si potrebbe infine ipotizzare tra Musso e Rezzonico sui 280 metri; altezza degli abitati di Campagnano, Rovezzano e Sant'Anna.

A conclusione di questo paragrafo ritengo opportuno ribadire che la precedente individuazione degli ordini di terrazzamento non è scevra di incertezze e di dubbi in quanto per forza di cose è affidata in parte al giudizio soggettivo. Ma è anche certo che i successivi confronti, prima nell'ambito della regione studiata, poi nell'ambito di tutto il bacino lariano, potranno dare validità o meno alla precedente ricostruzione.

2. Il morenico nella Tremezzina.

La denominazione di Tremezzina spetta propriamente a quel tratto della sponda occidentale del Lario che, protetta a settentrione dalla groppa del Dossone (m. 881), strapiombante sul Lago con il Sasso San Martino, si apre in splendida conca sino alla punta di Balbianello. Ma per estensione del termine (entrata del resto anche nella parlata locale) si vuol qui intendere un più ampio spazio comprendente i versanti che, dalla sovrastante cima del Galbiga (m. 1698) e dai divergenti costoni, discendono verso quel tratto di sponda ai cui estremi vi sono i centri di Menaggio e di Argegno. In realtà da un punto di vista morfologico la zona può essere suddivisa in quattro parti così susseguentesi nel senso dello sviluppo costiero da nord-est a sud-ovest: lo sprone roccioso del Dossone, la conca della Tremezzina vera e propria, la incisione della Valle Perlana, i versanti di Isola Comacina.

Lo sprone del Dossone s'erge a oltre 800 tra Menaggio e Tremezzo, e per mezzo della Bocchetta di Nava (m. 848), si collega alla dorsale del Monte Crocione (m. 1641) e del Monte di Tremezzo (m. 1700). I grossi banchi di dolomia principale di cui è formato, emergono talvolta precipiti e spogli di vegetazione, ma non tormentati nei particolari; essi anzi si mostrano spesso levigati e montonati (specialmente nei ripiani) ad opera del ghiacciaio quaternario.

Al riparo delle pendici del Dossone e del Monte di Tremezzo si apre la conca della Tremezzina. Al di sotto della fascia di dolomia retica (che taglia trasversalmente le pendici del Monte di Tremezzo affiorando nettamente con una nuda parete rocciosa tra i soprastanti calcari liasici e le sottoposte marne retiche),

essa si distende aperta e ridente con morbidissimi pendii e ampi ripiani morenici che i solchi dei torrenti intaccano appena.

Discretamente profonda e penetrante è invece la Valle Perlana. Essa discende dalla vetta del Galbiga, s'incassa profondamente nelle formazioni dei calcari liasici formando ripidi versanti, poi taglia in forra la fascia della dolomia retica e infine sbocca solcando un antico cono di deiezione che va a saldarsi al dosso di Lavedo proteso nel lago a formare la punta omonima o di Balbianello.

A sud della valle Perlana si stendono le pendici, cesellate nelle formazioni del Lias, di Isola Comacina; esse discendono con scarsa ripidità dalla Cima della Duaria (m. 1447), dai monti Costone (m. 1441) e Sertore (m. 1397) sin verso i 900 metri; da quell'altezza alla sponda precipitano con pendenze più accentuate e con qualche dirupo, provocato particolarmente dall'affiorare della dolomia retica. Due valli, tuttavia non molto profonde, accentuano le asprezze della zona: una è detta la Valle di Salta, l'altra la Valle della Camoggia.

Il versante occidentale del Lario nel tratto che ho descritto, conserva depositi morenici di notevole importanza per la complessità dei problemi che essi prospettano.

Il limite massimo del morenico.

Gli elementi alpini che sui versanti del Galbiga rivolti al Ceresio si rinvengono ad una altezza massima di 1250 metri (Corte vecchia e Sasso Bianco) si fanno rarissimi, alla medesima altimetria, sulle pendici del Monte Crocione e del Monte di Tremezzo. La loro presenza si può rilevare sopra Piazzola ad una altimetria di circa 1270 metri e all'*alpe* Gadda (m. 1260) alla testata della Valle di Salta poco sopra il cumulo di morenico cordonato. Ma io credo che la testimoniamza più evidente di questo morenico più elevato la si abbia alla sella di Boffalora (m. 1230). La sella stessa sul bordo rivolto al Lario è sbarrata nettamente — nel modo che dirò nel paragrafo seguente — da un ben delineato cumulo morenico che deve essere assegnato, senza timore di errore, al livello del morenico a cordone. Ma sul versante che discende alla Valle dei Rovasci, confluente nel Telo d'Osteno, sono sparsi per un ampio tratto (circa 250 metri in lunghezza e una cinquantina di metri in dislivello) numerosi blocchi di quarzite, di scisto e di gneiss.

Il dubbio che questo residuo morenico sia da riferirsi alla lingua glaciale risalente lungo la Valle dei Rovasci vien presto fugato dal fatto che, nell'ambito della valle stessa, il morenico presenta altimetrie generali normalmente assai inferiori. Lo stesso morenico a cordone, che costituisce un riferimento, mentre alla sella di Boffalora si distende a 1230 metri, nella Valle dei Rovasci, e precisamente all'*alpe* Sesso (m. 1105) e all'*alpe* di Ponna (m. 1130), si trova un centinaio di metri più in basso.

Si deve di conseguenza dedurre che i massi morenici sparsi dalla sella di Boffalora verso la Valle dei Rovasci rappresentino una minuscola trasfluenza, avvenuta allorchè il fenomeno glaciale raggiunse nel bacino del Lario il suo massimo altimetrico. Che la trasfluenza fosse di modeste proporzioni lo fa supporre la

oooooo morenico sparso
▬ ▬ ▬ • • • • » a corone
———→ direzione di movimento della colata glaciale.

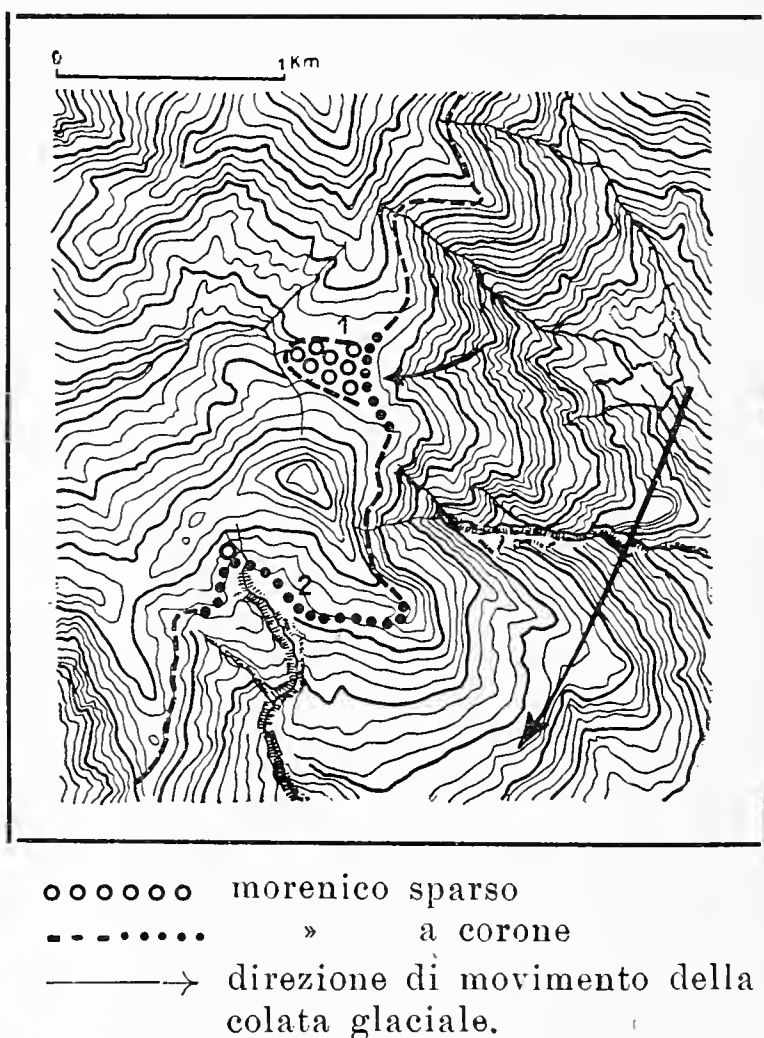



Fig. 1 — *Il Morenico alla Sella di Boffalora* (1) *e all'Alpe di Sala* (2).

distribuzione attuale dei residui morenici precedentemente riferita; nè vi è fatto che metta in forse la supposizione. Ne consegue ovviamente che il massimo altimetrico raggiunto dalla superficie glaciale nella massima espansione sia stato, in questa località,

solanto di alcune decine di metri superiore alla superficie glaciale della espansione che diè luogo alla deposizione dei cordoni morenici. Conclusione, questa, che mi pare non priva di interesse.

Il morenico a cordone.

Il deposito morenico a forma di cordone si conserva con evidenza in due località: alla sella di Boffalora (m. 1230) e all'*alpe* di Sala (m. 1230). Altrove, come in alcune zone nell'alta Valle Perlana, esso si trova appiattito e forse in parte franato; per lo più, data la ripidità dei versanti, non rimane traccia. Ma l'ottima conservazione di forma e di materiale nelle due suddette località è tale da permettere interessanti costatazioni.

A Boffalora il cordone morenico, appiattito sui fianchi montuosi, va via via prendendo rilievo e, in corrispondenza dell'orlo della sella rivolto al Lario, si dispiega nettamente a guisa di arco la cui corda risulta di circa 300 m. Nella parte mediana il cordone si presenta lievemente depresso ed ivi l'altimetria è calcolabile in 1250 metri; ai lati si eleva lievemente sin forse ai 1250 metri. Il margine rivolto verso la sella si presenta in piccola parte spoglio della copertura erbosa e mostra un materiale lievemente arrossato. Un laghetto artificiale stagna sul lembo meridionale. Procedendo le per pendici della Cima della Duaria si rilevano in continuità le tracce del morenico, che però non mantiene la sua caratteristica forma. Sul costone che scende verso Isola il cumulo si eleva in altimetria e, piegando verso l'*alpe* di Sala, raggiunge quota 1290. Prendendo nuovamente forma cordonata discende quindi verso l'*alpe* di Sala che trovasi sul ripiano posto tra il cordone morenico e il pendio, esattamente a 1230 metri. L'ammasso di materiale è notevole e mostra nelle incisioni che i torrenti hanno aperto una inusitata freschezza. Nella pasta, che brilla di minuscole fogliuzze di mica, sono inclusi in prevalente quantità scisti, gneiss chiari, quarziti e graniti.

Man mano si procede verso il costone che discende dall'*alpe* di Colonno, mantenendosi alla medesima altimetria, si nota un progressivo appiattirsi e impoverirsi del cumulo morenico che, oltre Campo Lungo, scompare. Nè poi lo si ritrova prima della Cascina Lanfrancona (Valle Intelvi) a 1070 metri.

A conclusione di quanto ho esposto ritengo utile mettere in rilievo:

1) come l'altimetria del cordone indicata in 1230 metri presenti una variazione sensibile sul costone della Cima della Duaria dove ascende a 1290 metri; tale ascesa devesi attribuire al rigonfiamento della superficie glaciale nell'aggiramento del costone (tipico esempio, questo, delle oscillazioni del livello altimetrico dei depositi per accidentalità morfologiche locali);

2) come la differenza di conservazione dei materiali dei cordoni dell'*alpe* di Sala e della sella di Boffalora sia evidente; in quella si conserva freschissimo, in questa manifesta un principio di arrossamento. Mi limito qui a far notare la diversa situazione rispetto all'*esposizione* (la prima a sud, la seconda a nord-est) e rispetto alle *condizioni di umidità* del terreno (alla prima ben asciutto, alla seconda pregno d'acqua).

Il morenico a terrazzi.

Neppure lungo questo tratto della sponda occidentale del Lario i depositi morenici sottostanti altimetricamente al morenico cordonato presentano continuità di sviluppo ed evidenza di forme. I cumuli morenici, che tuttavia non mancano, presentano quindi una serie di interrogativi di non facile risposta.

Il morenico dei cordoni, sia alla sella di Boffalora come all'*alpe* di Sala, presenta, in evidente continuità del margine esterno, un ammasso morenico che, assecondando il pendio roccioso, scende blandamente a potente copertura, senza accennare comunque al alcun terrazzamento. Solo qualche isolato ripiano interrompe la regolarità dei versanti poco sopra i 1100 metri. Accenno a quello di Piazzo sotto l'*alpe* di Sala a 1120 metri circa e a quello dei *monti* di Campo Lungo sulla dorsale che discende dall'*alpe* di Colonno, a 1150 metri circa ([1]). Essi sono probabilmente collegabili con i piccoli ripiani di cascine della Croce (m. 1120), di Piazzola (m. 1125) e di cascine di Serle (m. 1115) sul versante sinistro della Perlana. Se questi lembi terrazzati siano sufficenti testimonianze di un ordine di terrazzi lo confermerà o meno il quadro conclusivo di assieme. Per ora, tuttavia, lo si può, *in via di ipotesi*, supporre tale per maggior chiarezza di esposizione.

([1]) La maggiore altimetria può essere spiegata dal fatto che Campo Lungo trovasi su una dorsale per aggirare la quale il margine glaciale subiva un rigonfiamento.

Il *secondo ordine* di terrazzamento si manifesta con più evidenza ad una altimetria media di 1030 metri. Collego tra loro questi lembi di terrazzamento morenico: Prà delle Piazze (m. 1021), sul costone del Monte di Tremezzo che scende alla Valle Perlana, Piambollo a circa 1025 metri verso la testata della stessa valle, Canelva (m. 1036) sotto l'*alpe* di Sala, i Prati a circa 1050 metri [1] sulla dorsale che discende dall'*alpe* di Colonno.

Alcuni lembi terrazzati fanno supporre un *terzo ordine* a circa 940 metri di altimetria. È infatti possibile un collegamento tra il pianoro (solo parzialmente morenico) di *monte* Ossino a a circa 920 metri [2] sulla dorsale che dal Monte di Tremezzo scende alla Valle Perlana, con il ripiano di Torlino e Ròdolo, villaggi temporanei sopra Isola Comacina rispettivamente a 937 e a 950 metri circa. È probabile che a quest'ordine di terrazzamento appartengano anche, a nord, le morene sottostanti i *monti* di Brente (m. 1007) presso la Bocchetta di Nava, a sud, le morene deposte sullo sprone di Pigra e sulle quali sorge l'abitato a 900 metri.

Il *quarto ordine* di terrazzamento si delinea con maggiore continuità sugli 820 metri circa. A mio parere è possibile l'allacciamento dei terrazzi dei *monti* di Nava (m. 811), sotto la sella omonima, con i vicini Prà della Sala, press'a poco alla medesima altimetria, e con i terrazzi su cui trovasi Casnadònica (m. 819) e Arbusello (m. 875) rispettivamente alla sinistra e alla destra della Valle Perlana [3]. Entro il solco della medesima valle credo si possa allacciare il collegamento con il bel ripiano di San Benedetto (m. 810) e con il pianoro di Rovello (m. 820 circa). Credo pure che a quest'ordine di terrazzamento si possa collegare il terrazzo che si delinea sugli 800 metri nella conca di Pigra.

Altimetricamente al di sotto di questo livello e sino ai 350 metri delle morene di Tremezzo non si possono individuare or-

---

[1] Circa la maggiore altimetria vale la spiegazione della nota precedente.

[2] Il fatto della minore altimetria si deve mettere in relazione con la dinamica della massa glaciale nel ripiegamento ad angolo acuto per penetrare con una diramazione nella Valle Perlana per cui formava nell'angolo del ripiegamento una depressione.

[3] Per la diversa altimetria dei due terrazzi valgono le osservazioni fatte nelle note precedenti.

dini di terrazzamento; non mancano, è vero, lembi di ripiani morenici, ma ad altimetrie tanto varie per cui le ipotesi divengono azzardate.

Nella Tremezzina vera e propria, verso i 400 metri, il cumulo di morenico comincia a manifestarsi imponente. In genere esso discende con blando pendio, interrotto da frequenti ripiani tra i quali si possono individuare due ordini di terrazzamento: l'uno, assai evidente, che si espande amplissino sui 350 metri tra le Cascine Vignone e Brughè sopra Cadenabbia; l'altro, non chiaramente identificabile per il rimaneggiamento del terreno operato dall'uomo, sui 250/270 metri circa.

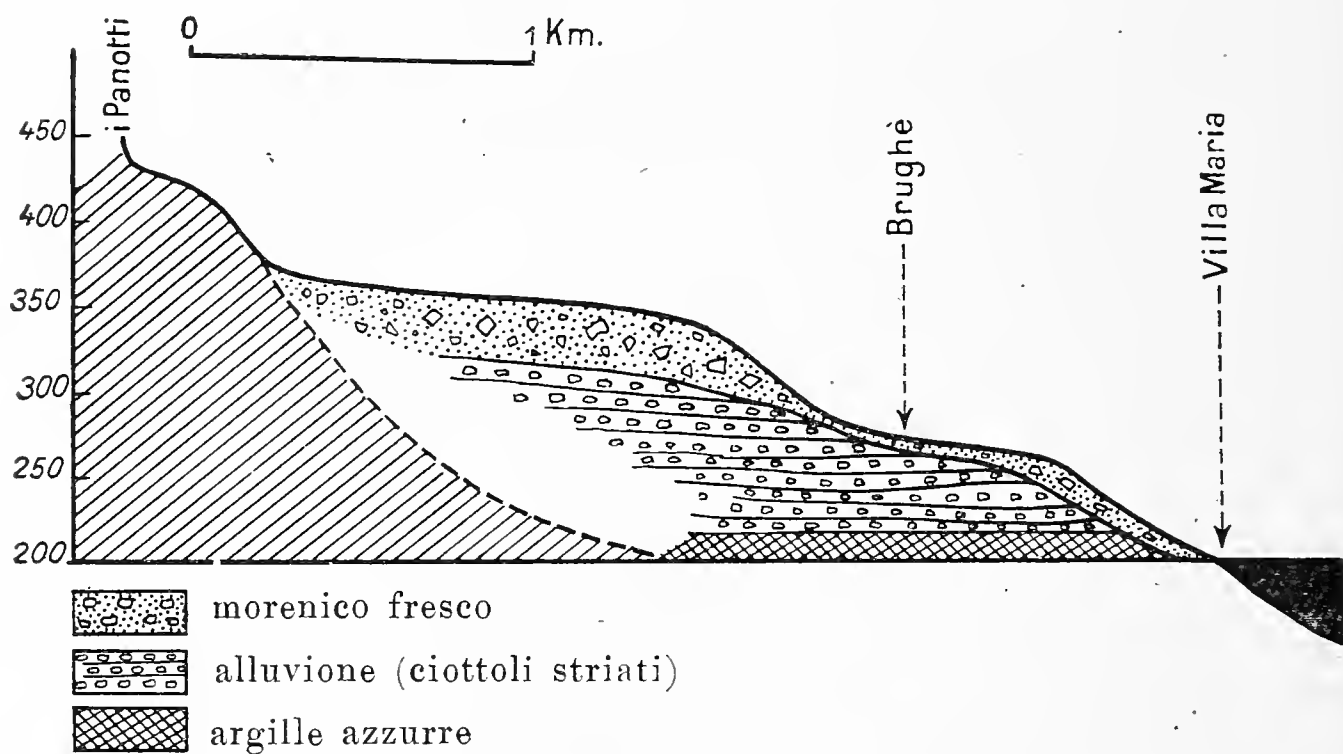



Fig. 2 — *Schema dei depositi quaternari della Tremezzina.*

Ma non è tanto la morfologia, quanto la natura e la disposizione del materiale morenico che pongono degli interrogativi. Tale natura e tale disposizione sono parzialmente rivelate dai profili che i torrenti hanno determinato incidendo profondamente nell'accumulo del materiale della Tremezzina.

Noto anzitutto che già il Balzer nel 1890 aveva rinvenuto presso Cadenabbia, in località che oggi è coperta dalla chiesa inglese, strati di argilla azzurra sottoposti alla morena, che all'esame del Fischer rivelarono un contenuto di resti di foglie di

Rhododendron ponticum e di altre specie vegetali (1). Nel 1904 il Wilmer (2) portava un nuovo contributo in queste ricerche segnalando la presenza di argille nella Val Maione che sfocia poco a sud dell'abitato di Tremezzo. Nel solco della valle stessa e in una cava adiacente a circa 750 metri dalla foce «dunkle, blaue und gelbe Tonschichen wechseln miteinander ab. Dieselben sind öfters durch feinen, gelben Sand getrennt. Die Tone enthielen Schalentrümmer von Schnecken, leider waren diese zu sehr zerdrückt, um Arten feststellen zu können. Ueber den Ton lieght Berschutt von verschiedener Mächtigkeit, dann erst kommt lehnig-sandige Grundmoräne bis zu 40 und 50 m. Machtigkeit» (3). Attualmente nella località indicata dal Wilmer le argille non appaiono più sul fondo del torrente, ma ho potuto invece sincerarmi della presenza di argille nel fondo del torrente dei Ronconi che sfocia mezzo chilometro a nord di Griante.

Quivi, a poco meno di un centinaio di metri dalla riva del lago e ad un'altezza di 10 o 15 metri sul livello delle acque, presso il fondo torrentizio, affiorano argille azzurre; non si può tuttavia indicare la potenza del deposito nè la sua estensione. Anche qui, come nella Valle Mainona, al di sopra delle argille succedono depositi di materiale sabbioso che include elementi arrotondati cristallini di grossezza varia (da una noce a un cranio); il tutto con stratificazione a giacitura assai varia, ora del tutto orizzontale, ora inclinata sino a 30-35°. Al di sopra di questo materiale si stende poi un velo, di vario spessore, costituito da morenico fresco e caotico.

In conclusione sembra giustificato il ritenere che le argille si stendano sotto il materiale grossolano (sabbioso, ciottoloso e morenico) per tutta la vasta superficie che intercorre tra il torrente dei Ronconi e il torrente Mainona. Senza dubbio esse rappresentano una formazione lacustre interglaciale.

Rimane l'interrogativo rispetto alle formazioni immediatamente sovrastanti. Che cosa rappresentano esse? Una «morena di fondo», come prospettava il Wilmer?

Prima di dare una risposta ritengo opportuno far cenno di

---

(1) Baltzer A. u. Fischer E., *Fossile Pflanzen vom Comersee*, «Mitteilungen d. Naturforschenden Gesellschaft in Bern», Bern, 1890.
(2) Wilmer Fr., op. cit.
(3) Wilmer Fr., op. cit., pag. 39.

un altro profilo; quello del Torrente Perlana tra Molgisio e Campo. Ivi il torrente, incidendo profondamente nelle sedimentazioni, mette in mostra un profilo alto una cinquantina di metri, e verso monte, anche più, su un fronte di oltre mezzo chilometro. Si scopre così un deposito costituito, per circa due terzi a partire dal letto torrentizio, da un materiale ciottoloso semicementato da una pasta sabbiosa e disposto in ripida stratificazione. Gli elementi grossolani sono in prevalenza calcarei con però frequenti cristallini. Dei ciottoli calcarei, alcuni sono nettamente striati. Sovrapposta a questa formazione si stende la coltre di morena fresca con la tipica facies riscontrabile ovunque. A mio parere il profilo di Tremezzo e di Campo hanno analogie tali da giustificare la supposizione della continnità dei depositi in tutta la

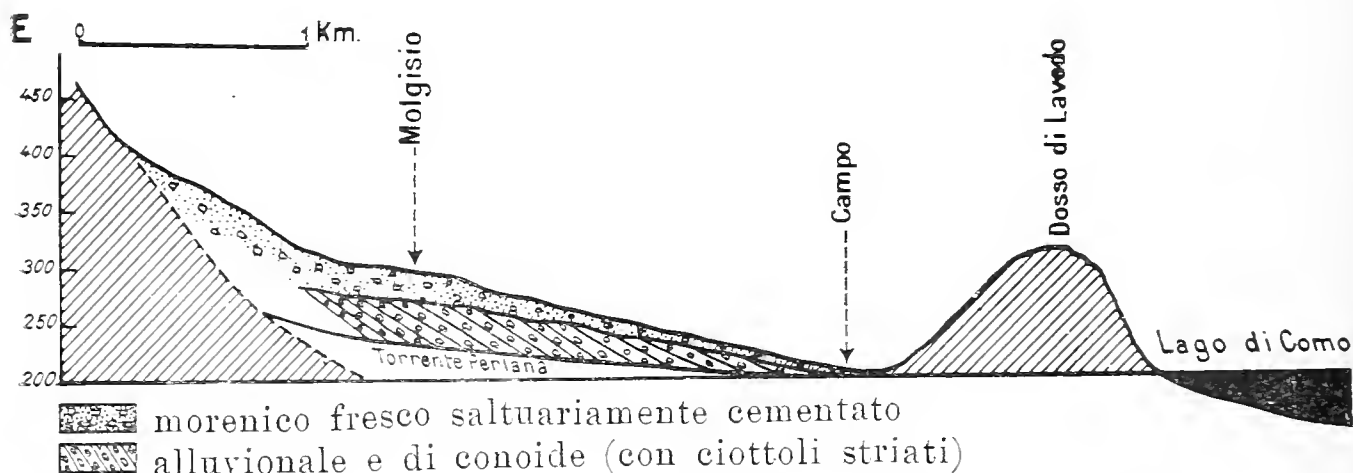



Fig. 3 — *Schema dei depositi quaternari di Campo*

Tremezzina. Rimane l'interrogativo della genesi dei depositi stessi. Lo Stoppani la spiegava in questo modo: «Il seno di Tremezzina deve le sue deliziose verdure alla morena laterale dell'antico ghiacciaio che la colmò di fertile terriccio; ma la stessa morena sbarrava naturalmente il torrente che discende dal Monte Galbiga e mette foce nel lago presso Tremezzo. Il pietrame calcare doveva quindi arrestarsi davanti a quell'ostacolo, formando un deposito lacustre di indole torrenziale. Questo deposito esiste infatti, e, roso più tardi dal torrente, lo si vede ora sul lato destro del torrente stesso in forma di gran terrazzo composto di pietrame calcare derivato dalla sovrastante montagna» (1).

---

(1) STOPPANI A., *Corso di Geologia*, III ed., Rebeschini, Milano, 1903, § 1200.

L'ipotesi non appare tuttavia accettabile, perchè presuppone anteriorità o almeno contemporaneità dello sbarramento morenico rispetto al deposito stratificato, mentre la giacitura delle due formazioni denuncia il contrario.

Il Wilmer riteneva più giustamente che il materiale ghiaioso, a strati immersi verso il lago e tronchi superiormente, rappresentasse il residuo di un antico delta e: « da keine Organismen in den fluviatilen Schichten gefunden wurde, so darf man sie nicht direkt als interglacialen, wohl aber als interstadial bezeichnen ». E tale interpretazione appare la più accettabile allo stato attuale delle conoscenze, per quanto non riesca a fugare tutti i dubbi circa, ad esempio, la stratificazione orizzontale dei depositi verso Griante, la consistenza dei depositi stessi veramente imponenti, ecc.

3. Il morenico nella Valle Intelvi.

Quella che comunemente sotto il nome di Valle Intelvi (o, nella parlata locale, anche valle d'Intelvi) non si presenta, come potrebbe far supporre il nome, come un unico e semplice complesso idrografico; ma a seguito del vario succedersi di complesse situazioni nella evoluzione idrografica — soprattutto miocenica e pliocenica, della regione di cui la valle fa parte — si presenta ben distinta in due versanti con idrografia separata da un'ampia e molle insellatura che, dall'abitato sorto su di essa, prende il nome di sella di San Fedele (m. 731). Da essa discendono i torrenti dall'identico nome, Telo, che prendono specificazione dai due centri che sorgono prossimi alle rispettive foci e cioè il Telo d'Argegno che scende e sfocia nel Lario e il Telo d'Osteno che si dirige e sbocca nel Ceresio.

La valle del Telo d'Argegno, diretta nel complesso da nord-est a sud-ovest, è incisa in tutta la sua ampiezza nei calcari liasici i cui strati si dispongono con un andamento pressochè longitudinale al solco, ma con diversa inclinazione nei due versanti: su quello settentrionale infatti giacciono fortemente immersi a nord e talvolta anche verticali, su quello meridionale si immergono pure a nord, ma con assai più blanda inclinazione e in particolare con frequenti e minuti pieghettamenti cosicchè affiorano in superficie ora con le faccie ora con le testate. La diversa giacitura stratigrafica nei due versanti trova rispondenza nella diversa morfologia degli stessi; infatti, nel complesso, il versante settentrionale presenta pendii più ripidi di quello meridionale che digrada per lo più dolcemente verso il solco del Telo.

Il solco del Telo dalla sella di San Fedele discende approfondendo via via la sua incisione nell'accumulo morenico fino a raggiungere il fondo roccioso, quindi in esso incunearsi in stretta forra e in tal modo raggiungere il lago; tal fatto é sufficiente a rammentare che quella del Telo di Argegno è una valle sospesa

La valle è limitata su due lati, meridionale e settentrionale, da creste a morfologia generalmente blanda che nel loro sviluppo descrivono grossolanamente due archi (minore quello settentrionale) con le rispettive concavità rivolte al solco vallivo. Sul lato settentrionale, dalla sella di San Fedele, l'arco si sviluppa attraverso il monte Luria (m. 1293), il Monte Sertore (m. 1397), il Monte Pasquella (m. 1331) il cui versante scende ripido su Argegno. Sul lato meridionale, dallla sella di San Fedele, l'arco si sviluppa attraverso la cimetta del Monte Prada (m. 1108) il Filone del Cristé, la cima e la bocca di Orimento (rispettivamente m. 1391 e m. 1275), il Pizzò della Croce (m. 1491), l'ampia insellatura del Pian delle Alpi (m. 973), il Sasso Gordona (m. 1410), il Monte Comana (m. 1215) e infine il Monte Gringò (m. 1082) il cui costone discende su Argegno.

Nella parte mediana delle concavità formate rispettivamente dai due archi montuosi si ergono sproni rocciosi che allungandosi verso il solco del Telo, distinguono rispettivamente in due settori i due versanti vallivi. Sul versante meridionale v'è lo sprone allungato che all'estremità aderge sulla valle la cima conica del Monte San Zeno (m. 1025) distinguendo nettamente un settore a monte che, per intenderci, chiamerò di Casasco, dall'abitato maggiore che quivi si adagia, e un settore a valle a forma di mezzo imbuto che può indicarsi come conca di Schignano. Anche sul versante settentrionale lo sprone di Monte Gireglio (m. 976), per quanto di proporzioni più ridotte, permette di distinguere un settore a monte che può indicarsi col nome dell'abitato di Blessagno e di un settore a valle che discende ripido al Telo solcato da due torrentelli, il Piòo e il Solletta. Anche gli altri settori sono solcati da numerosi torrenti: il settore di Blessagno da quello chiamato in luogo semplicemente la Val; il settore di Casasco del Brentana, dal Vallaccia, dall'Erboggia; il settore di Schignano da un ventaglio di ruscelli che si riuniscono nel Pissarotta.

Il morenico nella valle del Telo d'Argegno spicca a primo colpo di occhio per la sua abbondanza, specialmente evidente sul versante meridionale. Nei livelli piu alti, e cioè al di sopra dei

750 metri della sella di San Fedele, i depositi morenici della Valle del Telo di Argegno manifestano il loro collegamento con i depositi morenici della Valle del Telo di Osteno; di questi ultimi sarà dunque utile qualche riferimento allo scopo di precisare i limiti delle due lingue glaciali risalenti le valli dal Lario e dal Ceresio.

Il limite massimo del morenico.

I depositi forse più appariscenti del morenico alto, nell'ambito della valle del Telo di Argegno, si trovano, all'imbocco vallivo, sull'uno e sull'altro versante. Sul settentrionale i residui giacciono a un centinaio di metri al di sotto della cima del Pasquella (m. 1331) e cioè a 1230 metri, press'a poco lungo il sentiero che gira torno torno alla cima a quell'altezza. Ivi si rinvengono pochi frammenti; i blocchi più grossi sono qualche metro più sotto; il blando pendio compreso tra i due costoni che scendono dalla cima — l'uno verso Pigra e l'altro verso monte Gireglio — e i costoni stessi ne sono cosparsi per ampia fascia; ve ne sono di varia dimensione, di scisto micaceo, di granito, di quarzite e gneiss, poggianti sopra un velo di terriccio che, per la frequenza di minuscole scagliette di mica, rivela la sua origine, almeno parziale, dal morenico. L'aspetto attuale del deposito farebbe supporre un dilavamento o fors'anche un franamento del materiale lungo il sottostante pendio.

Sul versante opposto della valle, costituito dalla lunga crestina che dal monte di Binago (m. 1279), e attraverso le cimette del Pian d'Erba (m. 1171), dal Comana (m. 1215) e del Gringo (m. 1187), digrada verso Argegno, il limite più elevato del morenico si riscontra a m. 1150 sul pendio settentrionale del monte Comana ([1]). Si tratta in prevalenza di scisti micacei in scaglie

---

([1]) A proposito di questo morenico può nascere il dubbio che sia da collegarsi al morenico in cordone, il cui deposito, come riferirò in seguito, si stende, con evidente regolarità di forme, a m. 1110 sul versante occidentale del Comana. In tale eventualità la maggiore altimetria di quello rispetto a questo potebbe essere spiegata con rigonfiamento cui il ghiacciaio sarebbe stato costretto in questo luogo per l'incontro del costone al quale spettava di scindere la massa glaciale penetrante nella conca di Schignano da quella della colata lariana. Con un'attenta osservazione in luogo peró il dubbio si dissipa in quanto il morenico sparso si distingue assai bene dal filone del morenico cordonato sia per la diffe-

e blocchi — però di modeste proporzioni — sparsi sul pascolo, talvolta parzialmente immersi nella còtica erbosa; non risulta però che sotto il mantello vegetale si nasconda un accumulo morenico. È cioè la solita *facies* che si riscontra ai livelli più alti. Anche alla selletta a sud della cimetta del Comana, a m. 1125, e alla selletta a sud del Pian d'Erba, a m. 1131, si trova morenico sparso con prevalenza di elementi micacei.

Sui versanti nell'ambito della valle del Telo di Argegno il livello del morenico più alto con *facies* identica alla precedente non si manifesta con evidenza, perchè i depositi sono rari e non molto abbondanti. Sul versante settentrionale in località Lanfrancona — sottostante la selletta di Zerla — si trovano elementi sparsi di modeste dimensioni a 1100 metri. Sul versante meridionale qualche indizio, tuttavia non molto sicuro, lo si ha poco al di sopra dell'*alpe* la Bolla, a circa 1120 metri: si tratta di rari elementi alpini di piccole dimensioni che lasciano incerti sul loro reale significato [1]. Rimangono più sicuri riferimenti nell'ambito del Telo di Osteno dove si trovano depositi evidenti e sicuri di morenico sparso al Teller e al Dosso di Prai sino a m. 1198 e al Pizzernone sino a m. 1170.

A parte il fatto che l'altimetria dei suddetti residui morenici non rappresenta *necessariamente* il livello della massa glaciale nella sua massima espansione [2] è comunque certo che durante la manifestazione cui devesi il morenico sparso, attraverso la sella dell'*alpe* di Cerano a m. 960, dovette avvenire una trasfluenza di notevoli proporzioni nella Vallaccia affluente della Breggia. I limiti di questa trasfluenza non sono tuttavia

---

renza altimetrica di circa 40 metri, sia perchè non pare accettabile la supposizione del rigonfiamento locale della massa glaciale contro l'ostacolo del costone, perchè la scissione di tale massa aveva ben modo di completarsi in precedenza ad opera del Gringo e del suo sprone scendente a lama.

[1] Si potrebbe infatti dubitare che si tratti di materiale trasportato e disperso durante i lavori di costruzione della vicina strada carrozzabile per Capanna Bruno. Tuttavia il Vanni (*La Valle Intelvi*, in « Boll. d. Comit glaciologico italiano » n. 21, Torino, 1941) segnala: « [morenico sparso] più abbondante ne potei osservare sotto all'alpe Zerla (m. 1150) poco sotto alla Capanna Bruno (m. 1150), sopra all'Alpe La Bolla, sui pendii della Pizzo della Croce . . . ».

[2] Si può trattare, infatti, di morena deposta a livello inferiore del massimo altimetrico raggiunto dalla massa glaciale.

accertabili sia per la trasfluenza che si ripetè nella successiva manifestazione glaciale sia per il profondo rimaneggiamento operato dai torrenti. Come testimonianza rimangono dunque solamente i due depositi all'imbocco della valle, l'uno a 1230 metri sul versante settentrionale, l'altro a 1150 metri sul versante meridionale. Qualora poi si vogliono ritenere tali depositi testimonianza anche del livello altimetrico massimo raggiunto dalla espansione glaciale, data la differenza di altezza tra l'uno e l'altro (80 metri) e la distanza reciproca in linea d'aria (4300 metri), si potrebbe dedurne che la superficie della colata glaciale discendente lungo il solco del ramo di Como, che scorreva in direzione normale all'imbocco della valle del Telo, assumesse una pendenza del 18 ‰.

Il morenico a cordone.

Contrariamente al morenico sparso più elevato, il morenico disposto a cordone presenta una discreta evidenza e continuità soprattutto lungo gran parte del versante di destra del Telo di Argegno. Ne seguo lo sviluppo iniziando dal versante settentrionale. Quivi il cordone morenico si manifesta con evidenza alla cascina Lanfrancona ad una altimetria di circa 1070 metri; si allunga per quasi mezzo chilometro disegnando un arco che asseconda il solco della valletta — denominata semplicemente la Valle — che scende dalla sella di Zerla. All'interno del cordone si stende un pianoro ricoperto da un buon pascolo e sotto la còtica erbosa il materiale si rivela lievemente arrossato allo stesso modo o poco più del cordone morenico. Ma si tratta forse di un'incipiente ferrettizzazione superficiale. Infatti, dove il torrente ha intaccato — verso valle — il cordone morenico, questo appare per lo più costituito da materiale ancor fresco che in superficie arrossa lievemente. Particolarmente interessante il fatto che, attraverso queste ferite, si osserva, sottostante all'accumulo morenico, una morena cementata costruita da elementi se non proprio a forma di ciottoli, certo a spigoli ben smussati.

Lateralmente il cordone morenico di *cascina* Lanfrancona si appiattisce e perde la sua caratteristica forma; se ne può seguire tuttavia la prosecuzione verso l'*alpe* Pianello (m. 1100) ivi osservando l'abbondanza di grossi erratici che emergono dal pascolo; al contrario ogni traccia scompare sulle pendici del Monte Luria, salvo all'*alpe* Badé, a m. 1076 e alle Zocchette alla stessa altimetria.

Sul versante meridionale della valle del Telo di Argegno il morenico a cordone si manifesta anzitutto sulle pendici del monte Comana, cui s'è già fatto cenno. Quivi, a ridosso del costone che dalla cima scende alle case Rovelli, si stacca ad una altezza di 1110 metri e si allunga per circa 200 metri un cordone morenico ben rilevato e delineato che racchiude, contro il pendio del monte una conca allungata al cui estremo meridionale lievemente più depresso c'è una «bolla». Il materiale, di cui il deposito è costituito, è totalmente coperto dal mantello vegetate, ma qualche assaggio superficiale permette di credere che si tratti di morenico con la solita *facies* lievamente ferrettizzata.

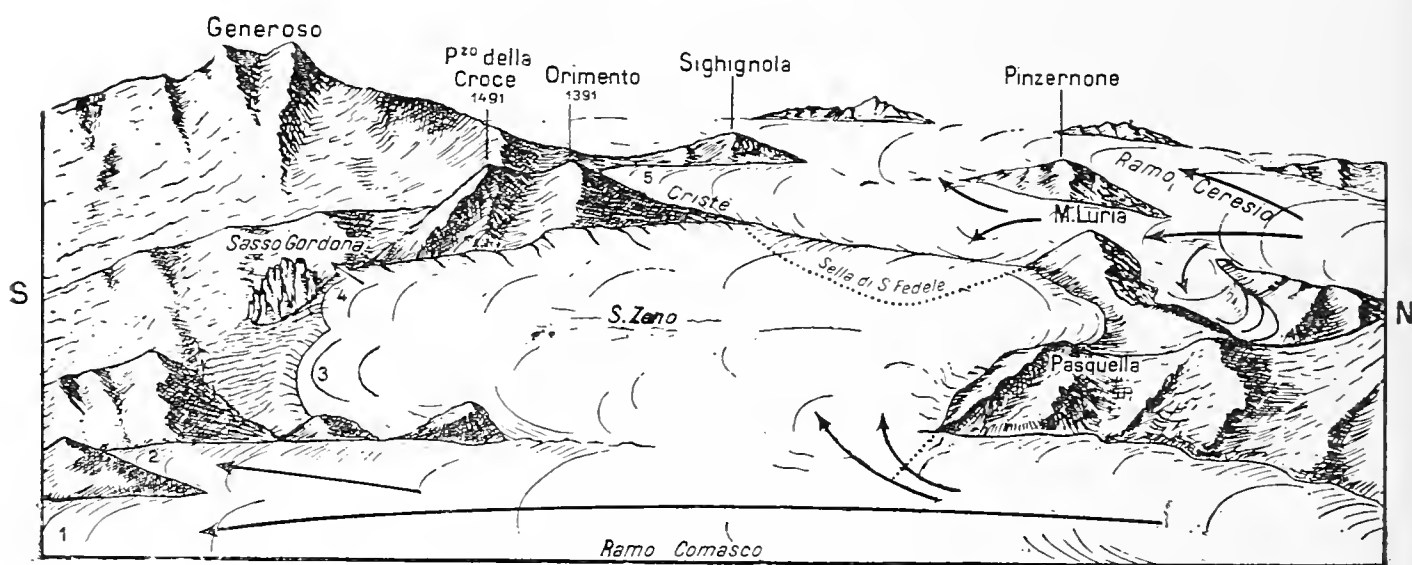



Fig 4 — Ricostruzione panoramica del glacialismo nella Valle Intelvi durante la fase di deposizione dei cordoni morenici. Spiegazione dei simboli e dei numeri; *a*) le frecce indicano la direzione di movimento della massa glaciale; *b*) i numeri: 1 = la colata principale del ramo comasco; 2 = la penetrazione nella zona di Laglio; 3 = la soglia della Colma di Schignano sulla quale ha sostato il margine glaciale; 4 = la trasfluenza del Pian delle Alpi nella Valle della Breggia; 5 = la Sella di Lanzo verso la Val Mora.

All'estremità meridionale, poco sotto la selletta a quota 1124, il cordone si annulla in un blando pendio; tuttavia è possibile seguire la continuità dei depositi morenici fino ai *monti* Garolza, a m. 1075, dove si trovano alcuni trovanti; nel complesso, il deposito morenico denuncia un leggero decrescere di altimetria verso la parte più interna della conca di Schignano per cui è facile presumere che la massa glaciale non giungesse a traboccare nella contigua valle di Rema attraverso la colma di Schi-

gnano a m. 1135. Con molta probabilità, invece, la massa glaciale debordò attraverso la sella dell'*alpe* di Cerano a 960 metri nella Vallaccia della Breggia che si presenta sparsa di elementi alpini. È interessante notare che sui costoni che dal Sasso Gordona e dal Pizzo della Croce discendono verso la sella dell'*alpe* di Cerano i depositi morenici sono di modeste proporzioni e ad altimetria non superiore ai 1070 metri.

Però sul pendio orientale del Pizzo della Croce (m. 1491) a poca distanza dalla sella (quasi un chilometro in linea d'aria) il morenico cordonato riappare con evidenza: dal deposito morenico in località Ermogna, a 1100 metri, il cordone va man mano rilevandosi verso *cascina* Carolza, a 1110 metri, poi di nuovo si appiattisce sin quasi a scomparire sul ripido pendio che segue verso Bressana alta. Il cordone morenico ben rilevato e ben disegnato, ricompare sotto Capanna Bruno; si stacca dallo sprone sopra cui sorge il rifugio, a una quota di m. 1115, e, descritto uno stretto arco, si allunga rettilineo per circa 300 metri [1] decrescendo lievemente in altimetria e nel contempo appiattendosi verso la Bolla (m. 1060). All'interno del cordone corre una vallecola la quale mette in evidenza il limite assai netto tra l'ammasso morenico e il pendio roccioso su cui quello posa. All'esterno il pendio del cordone, cosparso di massi erratici, discende dolcemente ad innestarsi nel sottostante terrazzo morenico.

Oltre la pozza d'acqua, da cui prende nome la località, la Bolla, il morenico prosegue lievemente risalendo in altimetria sino alla q. 1097, e su questo livello, si va poi annullando, inoltrandosi verso la Vallaccia.

Tutto l'ammasso morenico della Bolla presenta la solita *facies* e cioè una lieve ferrettizzazione che si accentua forse lievemente verso la parte più depressa, in cui giace la pozza d'acqua; secondo quel che le franette lasciano intravvedere, pare altresì che la coltre ferrettizzata sia di notevole spessore, e cioè di qualche metro almeno.

Superata la Vallaccia, il morenico prende un'inusitata evidenza, sia per quantità che per sviluppo. Il cordone morenico si distende infatti, nettamente rilevato, per circa un chilometro e

---

[1] Sul culmine del cordone morenico si snoda la carrozzabile che sale da Casasco a Capanna Bruno.

mezzo in lunghezza, disposto ad angolo quasi retto su due lati del Filone del Cristé. Sulla dorsale la località detta « Le Bollette », a m.1129, segna il vertice dell'angolo e il punto più ele-

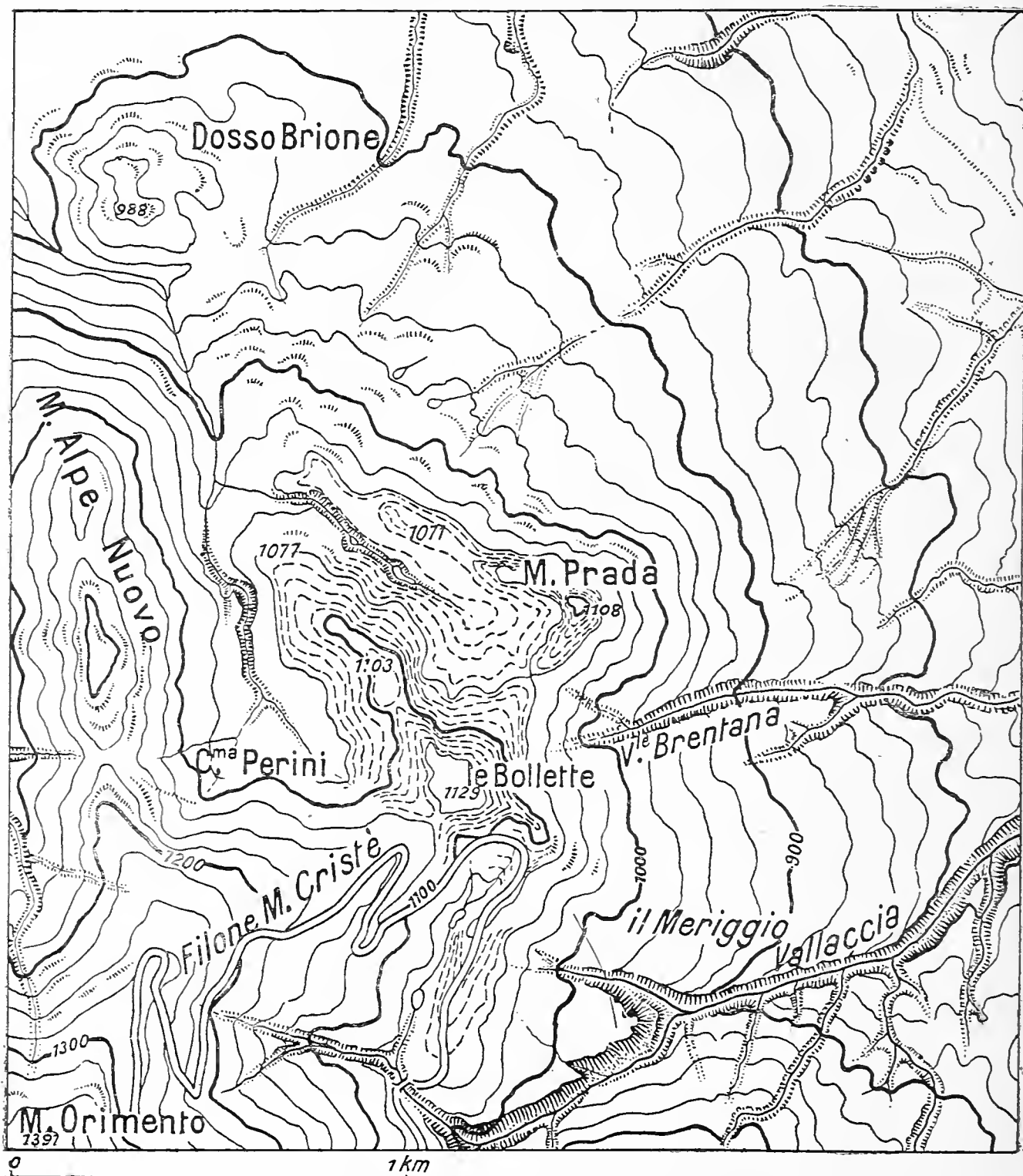



Fig. 5 — *Carta della regione del Filone M. Cristè.*

vato del cordone, il quale va poi digradando sui prolungamenti laterali sino a quota 1077 e 1070. Il distacco del cordone dai pendii montani è segnato da solchi nettamente modellati. Sul lato meridionale del Cristé tra il cordone morenico ed il pendio

del monte corre una valletta lunga circa 700 metri e profonda 20, sul fondo della quale un torrentello mette in qualche punto a nudo la superficie di contatto tra roccia e morenico; alcune franette (una sotto quota 1100) mettono in mostra il materiale morenico che appare ricchissimo di elementi cristallini immersi in una pasta lievemente arrossata per uno spessore di due o tre metri. Sull'altro lato del Cristé il cordone morenico si allunga per 750 metri sino a raggiungere il costone dell' Alpe nuovo; l'area racchiusa tra le due dorsali e il cordone morenico di di forma triangolare, è occupata dal pianoro di Cascina Perini, costituito da materiale di riempimento fluvio-glaciale attualmente inciso da un torrentello che sfocia al vertice settentrionale del triangolo; lo sbarramento morenico, stando a quel che si può desumere dagli spaccati, presenta una notevole potenza probabilmente superiore ai 50 metri, e denuncia un principio di ferrettizzazione soprattutto superficiale ([1]).

Non si potrebbe dire completo il quadro del morenico a cordone vallintelvese senza porre in evidenza un fenomeno quanto mai interessante del cordone morenico che prende il nome dal Monte Prada. Il cordone di Monte Prada si allunga adiacente e parallelo al cordone delle Bollette del quale s'è dianzi accennato, ma non ugualmente elevato; infatti mentre questo raggiunge i 1129 metri, quello presenta un'altimetria massima di m. 1108.

Dalla quota massima si dipartono due dorsali disposte tra loro ed angolo retto; la minore discende in breve a quota 1075 e va ad innestarsi al morenico delle Bollette formando la testata di un solco torrentizio ben disegnato che, in direzione parallela all'altra dorsale, si dirige verso la Valle Caprera e distingue, in tal modo, assai nettamente il cordone morenico delle Bollette dalla dorsale più lunga del cordone di Monte Prada. Questa maggiore dorsale, con uno sviluppo di quasi un chilometro, si allunga, liemente arcuata, verso nord-ovest e progressivamente digradando, attraverso quota 1071, va ad annullarsi in prossimità del torrente che da cascina Perini scende alla val Caprera.

La superficie di tutto il Monte Prada e di entrambe le dorsali che da esso diramano è cosparsa di erratici, talvolta di notevoli dimensioni, prevalentemente di gneiss e di granito; le frane e le cave, che qua e là mettono a nudo il terreno, oltre a testi-

---

([1]) PRACCHI R. *Il morenico quaternario sul Filone del Cristé*, in «Atti del XV Congresso geografico italiano di Torino», Torino, 1952.

moniare della totale composizione morenica del cordone, rivelano una netta prevalenza degli elementi alpini sui calcarei. Si tratta in genere di un ammasso di materiale ben conservato con una lieve ferrettizzazione della coltre superficiale talvolta limitata a forse meno di un metro, tal' altra estesa a due e anche più metri di spessore.

Ovviamente la vicinanza, la disposizione, la forma, lo stato di conservazione dei cordoni morenici delle Bollette e nel Monte Prada pongono anzitutto un interrogativo da chiarire; se cioè essi siano due depositi tra loro distinti e rappresentino quindi due momenti (chiamiamoli così per intenderci) tra loro successivi nella evoluzione glaciale o se siano un tutto unico. In questo caso si dovrebbe supporre che i due cordoni rappresentino il il residuo di un unico ammasso morenico inciso poi nella sua parte mediana, longitudinalmente alla sua lunghezza, dal torrente, che oggi scorre sul fondo del solco esistente tra gli attuali cordoni. Ma tale evoluzione morfologica appare poco probabile; per accettarla occorrerebbe chiarire come potè determinarsi l' incisione di un solco torrentizio longitudinalmente nella cresta del primitivo cordone morenico, il che non appare semplice. Inoltre si dovrebbe necessariamente immaginare che tale primitivo cordone raggiungesse dimensioni imponenti e cioè quasi un chilometro in larghezza e per lo meno 50-60 metri più dei massimi altimetrici attuali, il che è assai dubbio. Infine, si dovrebbe pur costatare nel fondo dell' incisione un ammasso di blocchi di grosse dimensioni che non poterono essere portati via dalle acque torrentizie che, date le dimensioni del bacino imbrifero, non possedevano capacità di trasporto.

Rimango quindi del parere che i due cordoni delle Bollette e del Monte Prada debbano essere considerati testimonianze distinte di due diversi momenti glaciali.

A questo punto si presenterebbe ovviamente l' interrogativo connesso alla causa o alle cause che hanno potuto determinare un fenomeno che non ha riscontro altrove nell' ambito della valle Intelvi; ma poichè non è un fatto del tutto locale (dato che nel Lario occidentale non è l' unico esempio) rimando ogni considerazione alle conclusioni [1].

---

[1] Completo, per opportunità di collegamento, il quadro del morenico a cordone nell' ambito della valle Intelvi con un cenno ai depositi della valle del Telo di Osteno, distintamente per i due opposti solchi

Credo sufficiente qui annotare che non vi sono motivi per credere che nella formazione del duplice cordone abbia contribuito il fenomeno di anastomosi che ai livelli maggiori dell'espansione glaciale dovette avvenire tra la lingua glaciale del Telo di Osteno e quella del Telo di Argegno. All'anastomosi credo invece si debbano attribuire le anomalie altimetriche dei depositi morenici a cordone.

La precedente particolareggiata descrizione del morenico vallintelvese ha posto infatti in evidenza una singolarità circa le variazioni altimetriche dei depositi morenici di ciascun livello. Accade normalmente che i depositi morenici di uno stesso livello decrescano sia pur lievemente in altimetria dall'imbocco verso la testata della valle stessa; ciò che ha una spiegazione ovvia. Può meravigliare allora perchè accada il contrario nella Valle Intelvi dove gli accumuli del Filone del Cristè, che sono in linea d'aria, tra i più lontani dall'imbocco della valle del Telo di Argegno, sono anche i più elevati dei rispettivi livelli. Il caso, che, per quanto eccezionale, non è però unico [1], credo debba attribuirsi al gioco delle pressioni nell'anastomosi delle lingue glaciali del Telo di Argegno e del Telo di Osteno. Ma perchè tale spiegazione risulti evidente, occorre chiarire in quale punto potè avvenire il contatto tra le due masse glaciali; se cioè esso potè verificarsi sull'asse dell'insellatura di San Fedele o se una delle due colate, prevalendo sull'altra, superasse, sia pure di poco, il valico. Già in una precedente nota [2] ho asserito che, a mio parere, la superficie di contatto tra le due lingue glaciali abbia coinciso proprio con l'asse della sella di San Fedele. Tale convizione trova conferma in particolare dall'esame del livello più alto del morenico cordonato. A prescindere dal deposito delle Bollette, il livello dei cordoni nella valle del Telo di Osteno

---

di Ponna e di Lanzo. Nella prima il morenico in cordone si mostra con evidenza: 1) sul costone del Dosso di Prai, che scende verso l'abitato Ponna tra le q. 1105 e 1107; 2) all'*alpe* di Ponna a 1130 metri; 3) all'*alpe* di Sesso a 1105 metri; 4) all'*alpe* di Laino e da questa sino all'*alpe* di Coia, press'a poco alla medesima altimetria. Nella seconda il morenico in cordone si ritrova sul monte Castlé e sul Pian d'Orano, a m. 1040; ma sia l'una che l'altra località si affacciano sul Ceresio e risentirono evidentemente della situazione propria del ramo glaciale che discendeva lungo quel solco.

[1] Esposti A. *Il morenico nell'alta Valsassina*, in «Contributi agli studi di Geografia, Vita e Pensiero, Milano, 1939, pag. 154.

[2] Pracchi R. *Il morenico quaternario sul Filone del Cristé*, cit.

e nella Valle del Telo di Argegno ha una altimetria pressochè identica. Il calcolo matematico dà un valore altimetrico medio di pochi metri superiore della colata del Telo di Osteno, ma si tratta di una differenza trascurabile, soprattutto se si tien presente che la morfologia particolare del terreno nei singoli luoghi e l'adattamento ad esso della massa glaciale non consentono procedimenti rigidi a tal punto In base all'indicazione altimetrica del morenico cordonato si può di conseguenza concludere che in questa

Fig. 6 — L'imponente deposito fluvio-glaciale e morenico al Garage di San Fedele Intelvi (m. 730). (Foto PEDRETTI)

fase (così pure nelle seguenti, come sarebbe facile dimostrare) le ramificazioni glaciali colmavano a eguale livello le valli dei due Telo. Si aggiunga che per quanto riguarda le masse glaciali, l'esame delle presumibili sezioni delle due ramificazioni non denuncia tra esse forti differenze.

Nel complesso, vi è dunque motivo di credere che lo specchio di contatto tra le due masse glaciali abbia coinciso con il piano verticale passante lungo la spartiaque della sella di San Fedele. Non è però supponibile che la pressione delle rispettive masse glaciali venisse a esercitarsi in direzione normale e con intensità uguale in ogni punto della superficie dei singoli specchi di con-

tatto. Infatti la direttrice di spinta delle due ramificazioni glaciali, risalenti per le valli del Telo di Osteno e del Telo d'Argegno, per la morfologia e la disposizione dei solchi vallivi deve supporsi convergente ad angolo acuto, con origine all'imbocco delle due valli e con un vertice coincidente con un punto in prossimità press' a poco del Monte Orimento. Pertanto la spinta reciproca delle due masse glaciali deve supporsi tanto maggiore quanto più vicina al punto d'incontro delle due direttrici di spinta, cioè nel caso concreto, in coincidenza del Filone del Cristé. Ne risultava, su questa costa, un sensibile rigonfiamento della massa glaciale, il che spiega chiaramente la maggiore altimetria dell'accumulo morenico dei due cordoni delle Bollette del Monte Prada rispetto ai depositi contemporanei, e spiega altresì, in contrapposto ai due depositi suddetti, la scarsità del materiale Morenico sul versante della sella di San Fedele scendente dal Monte Luria.

Il morenico a terrazzi.

Anche nella Valle Intelvi, come altrove nel bacino lariano, il rilevamento dei terrazzi morenici, che si succedono altimetricamente sottostanti al morenico cordonato, presenta notevoli difficoltà di rilevamento. Succede qui, forse più che altrove, e in particolare nella conca di Schignano, che il pendio sia per buona parte coperto da una spessa coltre di morenico, senza peraltro che questo presenti alcun accenno di terrazzamento.

Il primo esempio di tal fatto lo si rivela subito al di sotto altimetricamemente del morenico a cordone, dove l'accumulo morenico, talvolta di notevole potenza, non prende una precisa forma a terrazzo. Questo sembra tuttavia delinearsi con qualche evidenza nella locatità chiamata il Meriggio [1] a circa 1000 m. Poco discosto, nel solco della Vallaccia che discende dalla Bocca di Orimento, è possibile farsi un'idea sicura della potenza dell'accumulo morenico; ivi una frana mette in mostra un taglio che non è minore di 30 metri di altezza. Il materiale presenta una notevole abbandonanza di massi cristallini di ogni dimensione, ma non scarseggiano neppure calcari striati; conserva un aspetto di notevole freschezza e solamente lo strato superficiale,

---

[1] Il nome deriva da «mericc» (c dolce) che nel dialetto locale indica il bosco rado di grandi faggi, alla cui ombra ripara il bestiame, al pascolo sui nudi pendii circostanti, nei caldi pomeriggi estivi.

di spessore da uno a due metri, presenta un leggero arrossamento, inizio del processo di ferrettizzazione.

In prosecuzione oltre la Vallaccia e sin poco oltre il torrente Quaglione, si stende un deposito morenico ugualmente imponente che si stacca con lento pendio dal cordone del più alto livello e nel contempo digrada verso sud-est fino a scendere ad una altimetria inferiore, sia pur di poco, ai 1000 metri. Poi, sul versante assai ripido del Pizzo della Croce, la copertura morenica si assottiglia e infine si annulla.

Il Pian delle Alpi (m. 960) che si stende sulla sella posta alla testata di tre solchi torrentizi (l'Erboggia e il Bisurco, separati dallo sprone di San Zeno, confluenti al Telo, il Vallaccia [1] confluente alla Breggia), presenta un accumulo di morenico morfologicamente assai interessante, ma non di chiaro collegamento. È anzitutto da escludere che i terrazzi sovrastanti lateralmente alla sella (quota 1032 sulla costa del Pizzo della Croce e 1040 di Case Tambura) siano terrazzi morenici; vero è che su di essi si può anche trovare una velatura di materiale cristallino, ma si tratta di uno scarso residuo che poggia su ripiani orografici e non denuncia una sosta della lingua gladiale. Il Pian delle Alpi, al contrario, presenta un morenico assai potente, per quanto smangiato dall'erosione dei torrentelli alla testata del Bisurco. Ad una altimetria di 970 metri si stende un bel pianoro sul quale ha sede l'*alpe* di Cerano; ai margini il terrazzo digrada con lento pendio verso il solco dei torrenti; ma verso la dorsale del monte San Zeno e verso la valle dell'Erboggia non mancano alcuni dossetti che, se allacciati tra loro, sembrano disegnare un arco con la concavità rivolta verso il solco del Telo. Altimetricamente sottostante si stende un altro ripiano (m. 920 circa) su cui sorge l'*alpe* di Casasco.

A mio parere il ripiano morenico a 970 metri, che prende nome dell'*alpe* di Cerano, può essere attribuito al livello del morenico del Meriggio. La sua disposizione permette di credere che esso sia il risultato dell'accumulo morenico alle fronti delle due lingue glaciali risalenti rispettivamente i solchi del Bisurco (conca di Schignano) e dell'Erboggia (valle di Casasco) venute a contatto sopra la dorsale del Monte San Zeno.

Altrove nella valle del Telo d'Argegno non si rinvengono

---

[1] Trattasi di un torrente diverso dalla Vallaccia citata nella pagina precedente.

depositi sicuramente connessi per altimetria e forma a quelli sopra descritti; ma, in conclusione, ritengo che si possa attribuire ai depositi morenici indicati il valore di un ordine di terrazzamento nonostante l'incertezza della forma dei depositi [1].

Altimetricamente al di sotto di questo terrazzo, si possono poi distinguere, con minori incertezze, altri sei ordini di terrazzamento.

I terrazzi del *secondo ordine* si trovano a quote oscillanti sui 920 metri. Sul versante settentrionale se ne trova forse un accenno a q. 917 sopra la località Fopa e niente altro. Sul versante meridionale invece il terrazzo si distende discretamente; esso in prosecuzione del ripiano delle Cascine Bavè di sopra (nel bacino del Telo di Osteno) si allunga sino alla Fonte (m. 930) assottigliandosi sopra l'abitato di Casasco a quota 918), per riapparire poi evidente nel ripiano dell'*alpe* di Casasco (m. 920) cui s'è già fatto cenno a proposito dei depositi del terrazzo più elevato. Nella conca di Schignano il morenico di quest'ordine di terrazzi non prende evidenza di terrazzamento salvo, forse, in prossimità delle Case Nava (m. 950).

I terrazzi del *terzo ordine* si trovano a quote sugli 820 metri. Sul versante settentrionale appaiono con scarsa evidenza salvo in corrispondenza dell'abitato di Lura (m. 831). Sul versante meridionale il terrazzo si distende da Pellio superiore, a 827 metri (nel bacino del Telo di Osteno) verso quota 818 di cascina Casgnola, sovrastante la sella di San Fedele, e verso San Rocco (m. 805) e Casasco Intelvi (m. 852), che giacciono appunto su lembo di terrazzo di quest'ordine. Nell'ambito della conca di Schignano una serie di terrazzi si può rilevare senza difficoltà tra cascina Bedolo (m. 826), Alemanno (m. 840) e Posa (m. 840).

I terrazzi del *quarto ordine* si dispongono a circa 720 metri di altimetria. In questa sosta ovviamente non avvenne più il contatto della ramificazione del Telo di Argegno con la lingua glaciale del Telo di Osteno poichè la sella di San Fedele (m. 731) emergeva tra i ghiacci ornata di minuscoli laghetti (come attestano i depositi a facies lacustre) e, a guisa di ombelico, con-

---

[1] È interessante notare come al margine alto di questo terrazzo e quindi al piede del versante esterno del morenico a cordone vi siano numerose sorgenti: ricordo quella di Cascina Matta sotto quota 1071, quella di Monte Prada e quella sopra Cascina Bussera presso Casasco.

giungeva le groppe del Monte Luria e del Monte d'Orimento. Sul versante settentrionale il margine della ramificazione glaciale lambiva, aggirandolo, lo sprone roccioso del Pian di Gireglio (m. 747) formava il terrazzo morenico sul cui margine alto giace Blessagno (m. 762) e giungeva con la sua fronte sotto l'abitato di San Fedele inferiore m. 727). Sul versante meridionale il terrazzo si stende ampio e a blando pendio sul quale sorge in parte l'abitato di Veglio; quindi a sud delle cascine Cornìs (m. 740) si fraziona nel solco dell'Erboggia. Nella conca di Schignano appartiene a quest'ordine il terrazzo di Vespio (m. 710).

I terrazzi del *quinto ordine* credo si debbano collegare con l'ampio pianoro di Castiglione Intelvi, all'altimetria, quindi, di 600 metri. Vero è che tale pianoro appare — dalle incisioni del Telo a Cascina Pertüs — costituito parzialmente da depositi a *facies* lacustre, ma ciò conferma la sosta prolungata della fronte glaciale che oltre formare l'accumulo morenico ha determinato la temporanea formazione di un lago a monte del Ponte della Gatta. A quest'ordine di terrazzi devono essere collegati anche i terrazzi di Avrascio (m. 607). di Retegno (m. 600) e di Occagno (m. 600), nella conca di Schignano.

I terrazzi del *sesto ordine* si trovano a 500 metri circa e si manifestano con evidenza ai lati del solco del Telo sostenendo da una parte l'abitato di Dizzasco (m. 506) e dall'altra l'abitato di Molobio (m. 502). Anche sulla destra del solco della Pissarolla, a un'altezza press'a poco pari, si distende un'ampio terrazzo.

I terrazzi attribuibili al *settimo ordine* si sviluppano con scarsa evidenza tra Muronico (m. 400) e S. Anna (m. 390) sulla sinistra del Telo; con più ampiezza, sulla destra, si distende il terrazzo di Santa Anna a m. 402, che mostra nei depositi una netta stratificazione, per cui è facile presumere che la massa glaciale determinasse con lo sbarramento un bacino lacustre.

In riassunto: i sette ordini di terrazzi morenici si succedono dall'alto al basso alle seguenti altimetrie medie: 1000, 920, 820, 720, 600, 500, e 400, con dislivelli quindi tra l'uno e l'altro di circa un centinaio di metri.

Non potrebbe però chiudersi questo paragrafo sul morenico terrazzato senza mettere in evidenza tre fatti, di notevole importanza per l'assegnazione cronologica:

1) il materiale di cui sono costituiti i terrazzi dal secondo ordine in poi presenta una prevalenza, in qualche luogo eviden-

tissima, di elementi calcarei, al contrario di quel che si riscontra nel soprastante terrazzo del primo ordine in cui prevalgono i cristallini;

2) il morenico dei terrazzi è per lo più freschissimo; mentre cioè quello cordonato mostra frequentemente, se non altro in superficie, un principio di ferrettizzazione, il morenico terrazzato raramente presenta, al di sotto della coltre di *humus*, il caratteristico arrossamento che denuncia l'avvio all'alterazione;

3) sotto la morena dei terrazzi nel solco della cosiddetta «valle» che dalla Zerla discende a Castiglione (1), tra le isoipse dei 600 e 750 metri, e più a valle in prossimità di Dizzasco (2), traspare, nei frequenti tagli, una formazione di conglomerato discretamente cementato costituita (a differenza del materiale sovrapposto) da una abbondante quantità di elementi cristallini che manifestano per lo più uno smussamento degli spigoli e un arrotondamento come fossero stati sottoposti a un trasporto in seno all'acqua.

4. Dal Telo alla Breggia.

Tra la foce del Telo presso cui sorge Argegno e lo sbocco della valle della Breggia presso cui si distende l'abitato di Cernobbio, intercorrono in linea d'aria dodici chilometri e mezzo; ma la sponda del lago ne misura una quindicina poichè, seguendo la tortuosità del bacino lacustre, essa si sviluppa a guisa di angolo, con il vertice in corrispondenza dell'abitato di Torriggia. La semiretta settentrionale ha direzione dei meridiani (si allinea parallelamente al meridiano 3° 19′ O di M. Mario), la semiretta meridionale si stende in direzione da nord-est a sud-ovest. La cresta segue pressochè parallelamente e dappresso lo sviluppo costiero; le cimette modellate a blandi profili si susseguono l'una all'altra oscillando tra i 1383 metri del Colmenone (o Ponciòn di Laglio), che costituisce la massima altimetria, e i 1119 metri del Culmine di Bugone che rappresenta l'insellatura più bassa. I versanti, dalla cresta alla sponda lacustre, scendono nel complesso assai ripidi, ma per lo più avvolti da un denso mantello

(1) V. anche Vanni M., *La Valle Intelvi*, cit.

(2) V. anche Repossi E., *Osservazioni stratigrafiche sulla Val d'Intelvi, la Val Solda e la Val Menaggio*, in Atti d. Soc. it. di Scienze nat., Milano, 1892.

di bosco ceduo; solamente in alcuni punti la roccia calcarea del Lias, nella quale tutto il versante è tagliato, affiora, spoglia di vegetazione, formando scoscendimenti e paretine. È ovvio che per tale ripidità di versante i residui morenici in questo tratto della sponda lariana siano scarsi più che altrove. I solchi dei torrenti, numerosi, brevi precipiti, in genere accentuano l'asprezza dei versanti; fa eccezione la valle di Carpina, che sbocca poco a sud di Brienno, la quale, non per la profondità, ma per il suo orientamento, nei momenti di massimo sviluppo del glacialismo, ha dato ricetto a una minuscola lingua glaciale della quale si conservano evidenti depositi.

Il limite massimo del morenico.

Il morenico più elevato si presenta con discreta evidenza presso le Zocche di Laglio presso la testata della Valle di Carpina che discende poco a sud di Brienno: ivi il livello massimo dei più elevati cristallini è di pochi metri più basso della isoipsa dei 1100 metri; altimetria considerevole che però deve essere messa in relazione anche alla morfologia locale. Difatti per lo sprone che discende a settentrione del Colmenone, il margine del ghiacciaio era costretto a fendersi provocando il distacco di una minuscola lingua che rigurgitava nella Zocca di Laglio.

Sugli altri versanti del Colmenone e a sud di questo non si trova o almeno non ho trovato alla medesima altimetria altro morenico probabilmente a causa della accentuata ripidità dei versanti.

Solamente nella valletta di Urio, un po' riparata rispetto alla colata glaciale, ho rinvenuto grossi blocchi di cristallino (gneiss e granito) nel bosco ai margini del sentiero che sale a *monte* Stòpora, ad altimetria di 875 metri e presso la valletta Vesporina a circa 900 metri. Allo sbocco e precisamente poco sopra le case della Madrona (sulla strada che dal lago sale al Bisbino) ho trovato il morenico più alto (granito) a 850 metri; infine sopra i Monti Doello qualche residuo a 825 metri o poco più.

Il morenico a cordone.

La forma a cordone dei cumuli morenici più elevati, in questo tratto della sponda lariana, non appare mai; ma occorre anche aggiungere che i cumuli morenici stessi, probabilmente

franati per la maggior parte, rimangono evidenti solo in due luoghi: l'uno alle Zocche di Laglio e l'altro alle falde meridionali del Bisbino e cioè allo sbocco dalla zona di montagna.

Le Zocche di Laglio, come ho già accennato, si trovàno alla testata della Valle di Carpina, dove si insinuava, nei momenti di massima espansione glaciale, una linguetta glaciale scissa dal filone lariano per il costone che discende dal Colmenone. Alle Zocche il morenico, abbondante ma appiattito, si dispone sul fondovalle e sui fianchi, a circa 1060 metri o poco più; forma un ripiano di discreta ampiezza sul quale hanno sede due dimore temporanee di alpeggio.

Sui versanti che incombono sul Lario, unico residuo di questo ordine del morenico credo sia quello, tuttavia poco abbondante, dello sprone che discende dal Monte Ponciòn della Costa (m. 1253) verso i monti Liscione tra Urio e Moltrasio. Ivi il deposito si stende appiattito sul declivio a 925 metri circa.

Infine si trova altro morenico, senza dubbio collegabile al livello dei cordoni, presso lo sbocco: alla Madrona (m. 825), località di abitazioni estive e di alpeggio sul costone per il quale s'inerpica la strada che sale al monte Bisbino; ai *monti* Doello (m. 760) sul costone chiuso tra gli sproni della Madrona e della Croce dell'Uomo; alla Croce dell'Uomo stessa poco sotto la cimetta, a circa 790 metri.

In continuità di questi depositi è probabile sia da collegarsi il morenico di Sagno (m. 707), ormai in territorio svizzero.

Il morenico a terrazzi.

Non è possibile su pendii così ripidi come quelli del versante in esame poter individuare una continuità di depositi morenici terrazzati. Troppo radi sono i residui morenici e soprattutto troppo limitati di ampiezza e di potenza. Qualche maggiore cumulo appare tuttavia in prossimità dello sbocco.

Segnalo sopra Moltrasio il velo morenico di *monte* Liscione e dei *monti* soprastanti che può essere distinto in due terrazzi, l'uno dei *monti* « di sopra » sugli 800 metri e l'altro dei *monti* Liscione a 700 metri circa.

A sud del solco della Vesporina che discende a Moltrasio, si trova un ampio cumulo di morenico che forma un terrazzo a Lugarno, a 693 metri. Altimetricamente sottostante si stende un altro terrazzo, quello dei *monti* di Lenno, a 600 metri circa,

che prosegue lievemente declinante verso i monti Scarone (m. 576) sovrastanti Rovenna.

Sotto i monti di Scarone un breve lembo terrazzato di morenico lo si può indovinare a quota 495, poi a una cinquantina di metri più in basso si stende il terrazzo di Rovenna.

Il terrazzo di Rovenna è scolpito nelle formazioni del Lias e soltanto verso monte regge una spessa coltre di morenico; questo morenico è però collegabile con il grande ammasso che si trova sopra Casnedo a 425 metri circa e con il vicino terrazzo tra Gentrino e la Valle a 375 metri.

Altimetricamente sottostante si delinea poi un altro terrazzo tra Porgino, Casnedo e Piazza Santo Stefano, declinante dai 350 ai 290 metri.

La percentuale di pendenza di questi ultimi ordini terrazzati, che il calcolo rivela addirittura del 33 °/₀₀, si dimostra notevolmente accentuata rispetto alle pendenze osservate nelle zone più montane del Lario; ma apparirebbe giustificata dal fatto che si tratta di depositi prossimi alla fronte glaciale. É probabile anzi che i due ordini citati trovino il loro completamento sulla sponda della Breggia nei due archi morenici che si dispongono a ridosso del Monte Olimpino, l'uno tra il Ròccolo (m. 357) e le quote 345 e 329, l'altro ai lati di Folcino (superiore a 275, inferiore a 247).

Particolare interesse presenta, per la sua composizione, il deposito sopra Casnedo. Compreso tra i solchi ravvicinati della valle della Golletta e la valle Greggio, esso si erge a lama con i fianchi in progressivo franamento. La sezione presenta un ammasso ben conservato di morenico sul quale si sovrappone una spessa coltre (una ventina di metri circa) lievemente stratificata e cementata di tipo alluvionale, in cui abbondano elementi alpini a spigoli smussati. Giacente sopra questo si nota nuovamente un mantello di morenico, però ormai molto ridotto per franamento. È ovvio che, stando così le cose, si sia portati a un accostamento tra questa situazione e quella della Tremezzina, esposta in precedenza.

La sponda da Bellagio a Como.

5. Il morenico nella valle del Perlo.

Il solco percorso dal Torrente Perlo è inciso all'apice settentrionale del triangolo lariano; ha origine sulle pendici del Monte

San Primo (m. 1886) e, con direzione da sud a nord pressochè costante, discende verso la punta di Bellagio. Nell'ultimo tratto il corso del torrente devia lievemente per raggiungere in breve la sponda del lago e sfociare nel ramo occidentale del Lario tra Lòppia e San Giovanni. La valle, tra il limite meridionale del bacino e la foce si allunga per circa 7 chilometri e mezzo, tagliando trasversalmente un pacco di strati disposti a pieghe, geologicamente appartenenti ai calcari del Lias, alla dolomia e alle marne del Retico e alla dolomia principale del Norico. Di calcari liasici sono formate le alte cime che disposte ad arco cingono la testata della valle da Monte Fopa (m. 1113) al San Primo, al Monte Poncio (m. 1436) sino al Monte Forcella (m. 1331). La dolomia retica affiora saltuariamente, in fascia di limitata potenza (còme di normale nella nostra regione), tra Fonte Fopa e Monte Forcella. Le marne retiche, oltre che nel tratto inferiore, affio-affiorano nel tratto medio della valle, formando il Ceppo del Mucchio (1086) che s'erge, al limite occidentale del bacino, in continuazione del costone discendente dal San Primo. Dello stesso costone è continuazione anche il Monte Nuvolone (m. 1079) che, sempre sulla sinistra orografica, rappresenta la cerniera dell'anticlinale di dolomia principale.

Il versante orientale della valle è rappresentato da un allineamento di groppe, quali il Monte Groncio (m. 924), il Dosso Maggiore (m. 725) e il Monte Garnasca (m. 698) alternate da pianori. Le groppe presentano di normale forme morbide e appiattite e su di esse ancor più che sul costone occidentale è evidente, nonostante il velo di morenico che in qualche parte le ricopre, l'impronta lasciata dall'azione esaratrice delle colate glaciali.

Nel complesso appare chiaro che la valle del Perlo, rispetto alla colata del ghiacciaio abduano, rappresentasse una specie di budello cieco posto in direzione uguale e contraria alla direttrice di movimento della colata stessa; con quali possibili conseguenze è facile ipotizzare. È da tener presente però che all'imbocco della valle del Perlo la bozza di Bellagio scindeva il ghiacciaio abduano nei due rami lariani, sicchè ogni ipotesi perde significato e non vale che la testimonianza dei depositi.

Il limite massimo del morenico.

Il morenico nell'ambito della Valle del Perlo raggiunge i 1300 metri, il massimo altimetrico di tutto il triangolo lariano.

A quell'altezza si trova un discreto numero di elementi cristallini, specialmente di serizzo ghiandone, sopra l'*alpe* del Picèt, sul costone del San Primo e, sopra l'*alpe* del Borgo, sul cosone che si stende digradante dal Monte Poncio al Monte Forcella; un numero molto minore di cristallini si rinviene anche tra l'una e l'altra località alla medesima altrimetria. Anche al di sotto del livello altimetrico dei 1300 metri si trovano sparsi qua e là blocchi di cristallino emergenti dalla cotica erbosa sotto la quale è probabile che vi siano anche residui sia pure assai modesti, di morenico più minuto. Nel complesso, comunque, si tratta sempre di un deposito scheletrico, come si osserva altrove ai livelli più alti.

Il morenico a cordone.

L'ammasso morenico sottostante non manifesta in modo molto spiccato la tipica forma a cordone, come si osserva invece in altre valli. L'ammasso è più evidente tra l'*alpe* del Borgo (m. 1170) e l'*alpe* del Picèt (m. 1231). Presso quest'ultima la forma appare lievemente cordonata, anzi non è difficile distinguere due cordoni, uno altimetricamente sottostante di pochi metri all'altro, a livelli di poco superiori ai 1200 metri; per precisare meglio, di 1220 e 1210 circa. I due accumuli morenici cordonati, coperti da una cotica erbosa e cosparsi di frequenti trovanti, s'interrompono sul costone che s'affaccia sulla Valle dell'Acquanegra; il pendio che dal costone ad essa discende, pur conservando qua e là una velatura di morenico è molto ripida, sicchè è lecito immaginare che sovr'esso si verificasse il franamento di ogni incoerente deposito. Nel morenico dei cordoni del Picèt, le cave o le frane sono scarse e non facile è controllare la caratteristica di conservazione e di composizione del materiale. Tuttavia, per quel che si può vedere in superficie, prevalgono gli elementi alpini e in particolare gneiss, granito, (serizzo ghiandone) e serpentino. L'alterazione è soltanto iniziale e si manifesta con un lieve arrossamento della pasta argillosa.

Il morenico a terrazzi.

La individuazione di una serie di livelli di terrazzi morenici nella Valle del Perlo riesce estremamente difficile per il frazionamento orografico.

Il primo interrogativo nasce per la presenza o meno di un

terrazzo immediatamente sottostante al morenico dei cordoni. Infatti dal margine di essi discende verso valle un lento declivio costituito da un ammasso di morenico il cui margine inferiore potrebbe essere collocato tra i 1105 dell'*alpe* delle Ville (sottostante all'*alpe* del Picèt) e i 1090 di Capanna Maria sul pendio del Monte Forcella. Facendo astrazione da riferimenti con altre valli o località del Lario occidentale, credo che la presenza o meno del terrazzo spetti a un giudizio soggettivo, piuttosto che all'evidenza della situazione. Formulando ora, in via di ipotesi, una risposta positiva e quindi considerando questo come il terrazzo più elevato credo si possano distinguere poi in successione altimetrica i seguenti altri ordini di terrazzamento.

Al *secondo ordine* di terrazzamento deve assegnarsi il bel pianoro su cui giace l'*alpe* Vecchio (1000 metri circa). Ad esso è da collegarsi con ogni probabilità la morena al margine occidentale del Pianorancio [1].

Questo piano, ad altimetria di 950 metri, sbarrato contemporaneamente sul lato orientale dalla ramificazione glaciale vallassinese, durante il momento di formazione del livello terrazzato in considerazione, si trasformò probabilmente in un bacino lacustre.

Il *terzo ordine* di terrazzamento si può ritrovare, con una certa sicurezza, nei depositi morenici lungo la isoipsa dei 900 metri. Bei ripiani si individuano a quel livello a ridosso del Monte Grioncio [2] e, in continuazione, se ne ritrovano pure sotto l'*alpe* di Pietraluna, sia verso le cascine del Sasso Piatto e sull'altro versante della valle del Perlo.

Il *quarto ordine* di terrazzamento si delinea lungo la isoipsa degli 800 metri; si notano dei ripiani presso la località Taiana (m. 801) sulla sinistra del Perlo, e, al medesimo livello, sui versanti del Monte Grioncio sino ad avvolgere parte della piatta gobba di Costa Prada.

Il *quinto ordine* di terrazzamento si distende tra Gravedona (m. 715), Rovenza (m. 724), Cernobbio (m. 695), ad una altimetria media di 700 metri o poco più. A questa altezza si stende allo sbocco della valletta di Spin un ampio ripiano su cui sorgono

---

[1] In prossimità trovasi il notissimo trovante di scisto detto *Pietraluna* (m. 960).

[2] In prossimità trovasi un altro ben noto trovante di granito, detto *Pietra Lentina* (m. 930).

diverse cascine (Prada, Lumaca, ecc.); esso risulta racchiuso in parte da spuntoni montonati di dolomia (Dosso Maggiore a 740 metri e altri), ma vi sono i passaggi di Pessin e di Cernobbio che sembrano essere, o essere stati, bloccati da accumulo morenico, per cui è presumibile che si sia verificata la formazione di un'antica conca lacustre (come i depositi sul piano attestano) nel momento di deposizione del morenico del quinto ordine di terrazzi.

Un *sesto ordine* di terrazzamento è individuabile ad una altimetria oscillante sui 620 metri. I terrazzi si susseguono, in qualche caso evidenti, dai pressi di cascina Pelo (m. 600), affacciata su un ripiano (che è però orografico) sul ramo di Como, e Limontasca (m. 614) che domina sul ramo di Lecco. Il Monte Garnasca a 698 metri fendeva a mezzo, tra le due località, il bordo glaciale ed è dubbio che i margini potessero rinsaldarsi dove oggi si osserva l'ammasso morenico sul quale attualmente sorge l'abitato di Chèvrio (m. 585).

Per ritrovare altri terrazzi, occorre discendere dal livello dei 600 metri ai 300 metri circa tra Vergonese (m. 313) e Visgnola (m. 398). Non che manchino indicazioni di deposito morenico ai livelli intermedi, ma si tratta di lembi (come quelli all'altezza dell'*alpe* Queto, a 512 metri, e di località Gorla a 402 metri) che di per sè danno scarse indicazioni.

Se si volesse tener conto di questi si avrebbero nove ordini di terrazzi che si succederebbero dall'alto al basso tra i 1000 e i 300 metri ai dislivelli di 100 metri circa l'uno dall'altro. Ma, come ho avvertito in precedenza, la particolare situazione orografica locale lascia dubbiosi circa l'assegnazione di alcuni dei ripiani al morenico, sicchè la esattezza nella individuazione dei livelli dei terrazzi potrà aver convalida dal quadro d'assieme di tutta la regione lariana.

Rispetto al materiale che compone il morenico dei rerrazzi, è opportuno ricordare che, ad esclusione di quello eventuale dei 1000 metri (che mette in mostra una pasta argillosa lievemente argillosa lievemente arrossata in superficie), in generale colpisce un evidente stato di freschezza. Gli elementi alpini sono più frequenti al più alto livello del morenico terrazzato poi si fanno prevalenti gli elementi calcarei, pur non mancando trovanti, anche di imponenti dimensioni come il colossale Sasso Lentina (mc. 2500 circa), la Pietraluna, il Sassopiatto, ecc.

6. Il morenico nella Valle di Nesso.

La Valle di Nosê [1], che comunemente viene indicata anche con il nome dell'abitato che trovasi allo sbocco sul lago, Valle di Nesso, o con il nome del vasto piano che trovasi quasi alla testata, Valle del Tivano, si incide nella massa dei calcari che emergono a forma di vasto triangolo tra i due rami meridionali del Lario; si origina dallo spartiaque con la Vallassina in zona pressochè centrale del triangolo e si dirige a ovest-nord-ovest verso la sponda orientale del ramo comasco del Lario.

Il solco si allunga per circa sei chilometri in linea d'aria ben circoscritto da una serie di monti e di creste di morbide forme; a nord si eleva il Monte San Primo (m. 1686), dal quale in senso longitudinale al solco, si diramano due contrafforti: l'uno diretto verso occidente e digradante con lieve pendenza nella Costa del San Primo sino alla cimetta del Colmenacco (m. 1281), incombente sul ramo comasco del Lario, l'altro diretto con morbide ondulazioni verso occidente sino al Monte Poncio (m. 1456) che sovrasta la Vallassina. Da quest'ultima valle il solco di Nesso è separato da uno spartiaque ben delineato che s'allunga tra il Monte Poncio e il Monte Bûl (m. 1405) avvallandosi nelle due colme dette del Bosco (m. 1231) e del Piano (m. 1124). Tra Monte Bûl e il Monte Pöl (m. 1130), che incombe sul Lario, una serie di morbide cime corona la valle sul lato meridionale.

Come ho già accennato tutta la valle è scavata nei calcari del Lias: aggiungo che gli strati sono disposti in sinclinale il cui asse coincide all'incirca con la cresta del San Primo e della Costa omonima; perciò il solco di Nosê si approfondisce prevalentemente nel fianco meridionale della sinclinale, fianco che, notevolmente adagiato verso lo sbocco della valle, va progressivamente drizzandosi verso la testata della stessa. Nel complesso i versanti della valle non manifestano particolare asimmetria e le forme risultano in generale assai morbide con qualche accentuazione di pendenza sugli alti versanti del San Primo.

Da un punto idrografico la valle può essere divisa in tre parti (ciò che spiega, forse, la pluralità dei nomi): la parte inferiore, la vera e propria valle di Nosê e le parti superiori tra loro distinte nel Pian del Tivano e nel Piano di Nesso. Questi due

---

[1] Nel dialetto locale significa «dei noceti».

ripiani, l'uno a 975 metri, l'altro a 985 metri, non danno diretto contributo di acque al torrente della Valle di Nosê; le acque che essi ricevono dai circostanti pendii si di disperdono giungendo sui piani, in parte assorbite dal materiale permeabile di cui i piani stessi son formati, in parte inghiottite da cavità carsiche, come visibilmente si osserva sul Pian del Tivano (Buco della Niccolina). Il torrente della Valle di Nosê si alimenta a un ventaglio di ruscelli dalle scarpate sottostanti ai piani e man mano procede verso lo sbocco si incassa sempre più profondamente sino a insinuarsi in angusta forra. Lo sbocco della valle sul lago è sospeso con un dislivello dallo specchio delle acque di quasi 200 metri, talchè le acque nel salto hanno prodotto una profonda incisione che comunemente va sotto il nome di «Orrido di Nesso».

Nel complesso appare chiaro che la valle di Nosê, con la sua particolare forma e disposizione, determinasse una ramificazione secondaria della colata glaciale del Lario occidentale. Di quali proporzioni essa fosse lo manifestano i depositi morenici.

Il limite massimo del morenico.

I residui dei depositi morenici più elevati nell'ambito della valle di Nesso si manifestano con grande evidenza e si presentano distribuiti in ampio spazio. Di notevole importanza sono anzitutto quelli della Forcoletta, insellatura che s'incide a 1236 metri tra quota 1412 della Costa del San Primo e la cimetta del Colmenacco (m. 1281). La sella si affaccia verso nord sul lago in corrispondenza di Sormazzana, frazione di Lezzeno, e verso sud sovrasta l'*alpe* di Erno. È sul versante rivolto a quest' *alpe* che, appena a quattro o cinque metri al di sotto della sella, trovasi un grosso trovante, il maggiore di quelli attribuibili al livello massimo dello zona del Lario occidentale. Si tratta di un masso di gneiss, di circa una trentina di metri cubi di volume, adagiato sul lieve pendio a pascolo. Ci si può evidentemente porre l'interrogativo se il masso abbia potuto giungere nel luogo in cui giace in seguito a una minuscola trasfluenza avvenuta attraverso la sella o per la lingua principale aggirante il Colmenacco e penetrante nella Valle di Nosê. L'interrogativo può essere facilmente risolto in base ad altri reperti: difatti appena al di sotto dei cristallini della Forcoletta il morenico sparso cessa completamente per riapparire ugualmente scheletrico a circa una cinquantina di metri sotto, nei solchi che discendono alla conca di Erno. Si deve supporre quindi che il morenico della Forco-

letta sia stato depositato da una linguetta glaciale, di minuscole proporzioni, derivata dalla colata maggiore, la quale a sua volta, aggirato il Colmenacco emergente, allungava la ramificazione di Nesso, che però non giungeva allo stesso livello, ma al livello meno elevato che il morenico sparso della conca di Erno indica.

È facile intuire quanto preziose siano queste indicazioni. Anzitutto è da tener presente il comportamento della massa glaciale nelle contorsioni imposte dalla morfologia e, nel caso in esame, dall'aggiramento di un ostacolo, per cui ne consegue un rapido abbassamento del margine glaciale. Inoltre è da rilevare il fatto che indubbiamente il morenico della Forcoletta rappre-

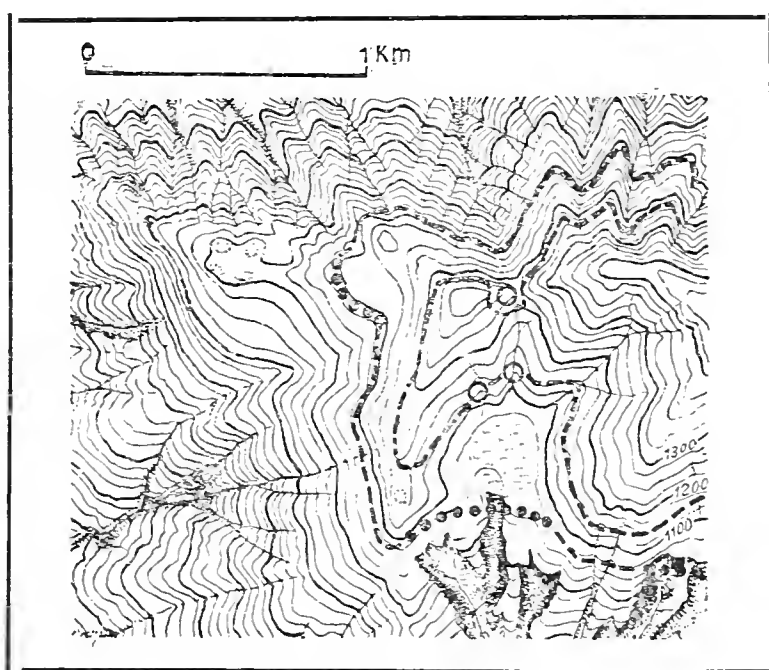



Fig. 7 — *Il morenico alla Forcoletta* (sparso) *e presso il Monte Colmenacco e ai monti d'Erno* (cordoni).

senta il livello massimo raggiunto dalle manifestazioni glaciali in questa località che è un punto di riferimento importante rispetto a tutto il Lario occidentale.

Malauguratamente sul lato meridionale della Valle di Nesso, il Monte di Careno, che trovasi quasi sullo stesso arco di meridiano della Forcoletta ad una distanza da questa di quattro chilometri e mezzo in linea d'aria e si eleva ad una altezza di 1239 metri (tre più della Forcoletta), non conserva tracce di morenico. Difficile mi è stato trovarne sui pendii immediatamente sottostanti e sui pendii delle cime adiacenti e comunque ad altimetrie che ho ritenuto non supertori ai 1100 metri.

Alla testata del solco vallivo di Nesso, sopra il Piano del Tivano, la presenza di materiale morenico è facilmente rilevabile. Nella valletta che discende dal Monte Pòncio, gli elementi alpini di varia dimensione e natura abbondano attorno all'*alpe* del Ciuchetòn (m. 1065), ma, pur con un progressivo rarefarsi, se ne trovano sparsi sino all'*alpetto* di Torno a 1141 metri, dove si nota anche materiale morenico minuto nettamente ferrettizzato. Allo stesso livello o a livello di pochi metri inferiore si rinvengono elementi tra l'*alpetto* di Torno e la Colma del Piano dove trovasi il Rifugio Stoppani (m. 1124). Alla Colma il morenico sparso si rinviene per breve tratto sul versante del Lambro, ma è del tutto improbabile che attraverso il passo avvenisse una trasfluenza di dimensioni tali da raggiungere la massa glaciale che attraverso la Vallassina si riservava in parte a invadere la conca di Sormano [1]. È da notare che in versante lariano, in prossimità della Colma, oltre a qualche ciottolo, ho creduto di individuare al di sotto della cotica erbosa anche materiale minuto contenente scagliette di elementi alpini, tra cui anche serpentino. Come ultima osservazione aggiungerò che, a mio parere, anche questi depositi morenici tra l'*alpetto* di Torno e la Colma del Piano sembrano essere del margine più elevato raggiunto dalle manifestazioni glaciali. E, altresì, rilevo che, secondo il Corti [2], anche in Val Nesso (cioè nella valle sopra il Piano di Nesso) vi sarebbe morenico sparso a 1200; per quanto non mi sia stato possibile ritrovarlo, ritengo tuttavia che si debba tener conto della segnalazione.

In conclusione, facendo riferimento al morenico della Forcoletta e della Colma del Piano, la cui reciproca distanza in linea d'aria è di 6000 metri, risulterebbe una pendenza della superficie della colata glaciale del 17 ‰.

Il morenico a cordone.

Il morenico a cordone nell'ambito della valle in esame si presenta con una evidenza e con una continuità quali difficilmente si riscontrano altrove: sicchè, di fronte a tal fatto, si è

---

(1) V. Pracchi R., *Il morenico quaternario nella conca di Rezzago*, cit.

(2) Corti B., *Breve nota sul Quaternario e terreni recenti della Valassina e Alta Brianza*, in « Boll. d. Comit. geologico italiano », 1891.

indotti ad abbandonare ogni dubbio circa l'esistenza di un livello di depositi nettamente caratterizzati da una particolare forma in conseguenza di una causa di ordine generale.

Ciononostante anche per il morenico a cordone della Valle di Nosê non mancano interrogativi di non facile risposta.

Nel rilevamento conviene prendere l'avvio dai depositi disposti all'imbocco della valle, sulle pendici del Monte Colmenacco.

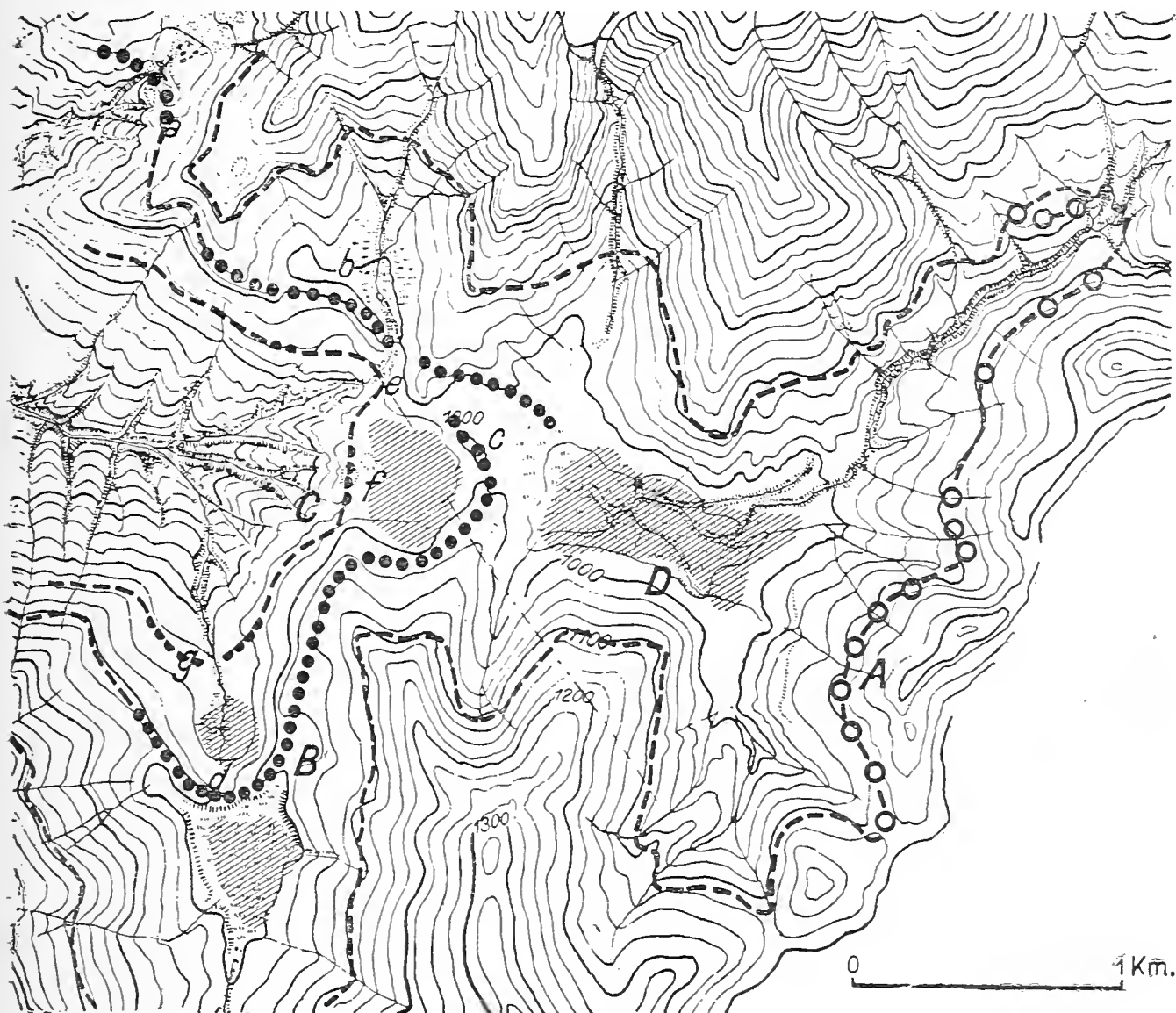



Fig. 8 — *Il morenico nell'alta valle di Nesso.*
A. Linea del morenico sparso; B. Linea dei cordoni morenici più alti; C. Linea del terrazzo più alto con tratti a dossi e cordoni; D (aree a linee oblique). Ripiani di riempimento alluvionale e lacustre; *a* = Monti di Là; *b* = piano della Costa di Lot; *c* = il Dosso che sbarra il Pian del Tivano; *d* = la Boccola del Piano che sbarra il Piano di Nesso; *e* = Comei; *f* = il piano dei Comei; *g* = il piano sotto il Piano di Nesso.

Ai monti di Erno il morenico a cordone si delinea nettamente a sbarramento del bel pianoro che si stende a 1060 metri circa. La regressione della testata del torrente Gorla, confluente

nel Nosê, ha intaccato però l'ammasso morenico determinando la scomparsa del settore mediano e il parziale franamento del margine esterno. Questo margine mostra nei lembi residui un pendio blando e prolungato, mentre verso il ripiano della conca lo stacco del cordone si presenta più deciso. Il materiale morenico (il cui esame è facilitato dagli spaccati prodotti dal torrente e dalle frane) si presenta in generale ben conservato; solo per un metro o due in superficie si presenta un inizio del processo di ferrettizzazione. È poi probabile per molti segni che la conca dei *monti*, in seguito allo sbarramento, abbia ospitato un laghetto e che la formazione del ripiano sia dovuta al conseguente colmamento con depositi stratificati argillosi, sabbiosi e ciottolosi, in cui, come ho potuto constatare in qualche sondaggio, non mancano elementi cristallini.

Ai lati il cordone morenico dei *monti* di Erno si appiattisce sino ad annullarsi; è però evidente che verso gli stessi il cumulo morenico sale piuttosto bruscamente in altimetria così da giustificare — anche per quanto s'è osservato a proposito del morenico più elevato di questa località — un collegamento con il ripiano che, sul versante del Colmenacco incombente sul lago, sovrasta a 1100 metri l'*alpetto* del Colmenacco.

A Laorno si ripetono le caratteristiche osservate ai *monti* di Erno. Non meno distruttiva è stata l'azione dei torrenti sul cordone morenico deposto a sbarramento del bel pianoro di riempimento alluvio-glaciale, che si stende, alla medesima altimetria del precedente, ad accogliere le *alpi* di Laorno. Nella imponente frana di morenico che ha smantellato una notevole parte del cordone è interessante rilevare la freschezza del materiale che solo in superficie presenta una coltre in via di alterazione. Appiattendosi sino a scomparire il deposito si incurva verso la dorsale che scende dal San Primo, ma non è difficile l'allacciamento con il cordone del Ciocchè.

Al Ciocchè si manifestano ancora le caratteristiche osservate nelle precedenti località: il cordone morenico s'avvalla a 1050 metri a sbarramento della vallecola; a monte si stende un pianoro, a valle si aprono frane. Al Ciocchè, però, il pianoro è attualmente ricoperto in parte da conetti di deiezione dei ripidi torrenti scendenti dalla valle del San Primo; inoltre le frane aperte nel margine esterno del cordone dall'azione distruttiva del torrente regrediente si manifestano meno intense, talchè è possibile seguire il cordone morenico sino alla Costa di Lot.

Con il nome di Costa di Lot si indica precisamente un tratto del cordone morenico che prende qui uno spiccato rilievo e che, incurvandosi a sbarrare la valletta omonima, si distende per poco meno di un chilometro, declinando lentamente dai 1050 ai 1000 metri della località Comèi. In questo punto il cordone è inciso dal torrente che discende dalla valletta di Lot e che, attraversato il colmamento alluvio-glaciale determinato a monte dallo sbarramento morenico, va a sfogare nella valle di Nosê.

La rottura nella continuità del cordone morenico sopra la località Comèi pone difficoltà alla risoluzione del problema posto dai depositi morenici al margine del Pian del Tivano, perchè ivi il cordone morenico presenta uno sdoppiamento: un ramo, poco evidente, si distende arcuato sul contrafforte del Monte Lot digradando da un livello poco superiore ai 1000 metri, ai 978 dell'Osteria del Ministro; l'altro ramo, denominato il Dosso, si distende ben rilevato (1005 metri) a sbarrare lo stesso Pian del Tivano snodandosi poi, appiattito ma pur sempre evidente, verso il Piano di Nesso a un'altimetria di circa 1010 metri. Il materiale che costituisce i due depositi è del tutto simile prevalendo nell'uno e nell'altro gli elementi cristallini. Anche il principio di ferrettizzazione si manifesta in entrambi con intensità uguale; esso è nel complesso assai più accentuato che altrove: la pasta che contiene il materiale grossolano è notevolmente arrossata e taluno dei massi in essa contenuti, anche se di notevoli proporzioni, soprattutto se di gneiss, cede facilmente alla lama del coltello.

D'altra parte, anche se l'arco morenico più a monte non trova continuità attraverso il Piano del Tivano [1] e altrove, la netta differenziazione con il Dosso è evidente. A questo punto si pone ovviamente la domanda: quale tra i due archi morenici del Tivano rappresenta la continuazione della Costa di Lot? In verità vi sono elementi a favore dell'una o dell'altra soluzione; nessuno però tanto sicuro da dissipare ogni dubbio. Certo, a chi osserva la località dalle alture soprastanti il Dosso del Valente o l'*alpe* del Lingeri, è indotto a ritenere che la continuazione della Costa di Lot sia piuttosto il morenico dell'Osteria del Mi-

---

(1) Non mi pare del tutto impossibile tuttavia che, sotto la cotica erbosa presso il Dosso del Valente, ci possa essere del morenico da collegarsi a quello dell'Osteria del Ministro.

nistro che il Dosso. Ma a mio parere, il collegamento ha una relativa importanza; importante invece è il fatto dello sdoppiamento. Comunque per ogni altra considerazione rimando alla conclusione generale.

Gli sbarramenti del Pian del Tivano fanno supporre che, durante la loro formazione (e forse anche in seguito, almeno per qualche tempo), l'area del vasto pianoro abbia ospitato le acque di un laghetto. La supposizione meritava qualche indagine sul materiale che forma il piano, ciò che ho potuto fare con qualche piccolo sondaggio. A quel che, di conseguenza, mi risulta, la coltre di *humus* che ricopre il piano è molto spessa; al di sotto di essa il materiale non manifesta una regolare stratificazione,

Fig. 9 — Ricostruzione panoramica del giacialismo nella Valle di Nesso durante la fase di deposizione dei cordoni morenici. Spiegazione dei simboli; *a*) le frecce indicano la direzione di movimento della massa glaciale; *b*) la punteggiatura sui versanti del San Primo indica il livello della ramificazione durante la massima espansione glaciale.

ma si presenta come un impasto sabbioso e argilloso lievemente arrossato che conserva ben visibili le scaglie di materiale alpino. É da tener presente che, quasi al centro del Pian del Tivano, è visibile un notevole inghiottitoio di origine carsica, il Buco della Niccolina.

In prosecuzione del morenico del Dosso, si distende verso sud un accumulo morenico in parte appiattito a terrazzo che può essere seguito sopra la isoipsa dei 1000 metri sino al Piano di

Nesso (m. 990), al cui margine riprende spicco la tipica forma cordonata. Il cordone si dispone a sbarramento del piano in forma nettamente arcuata con la convessità rivolta verso monte. Attualmente il cordone è inciso nella sua parte centrale (la Boccola del Piano a m. 983), ma in origine la sua continuità deve aver dato luogo, nell'area del piano, a un bacino lacustre come avvenne per il Pian del Tivano, determinando le medesime caratteristiche di forma e di litologia. Sul versante del Monte Preáola il cordone va man mano annullandosi e ogni traccia scompare oltre il solco del torrente Cardada [1].

In conclusione, come accennavo all'inizio del paragrafo, il morenico a cordone manifesta nella Valle di Nesso un notevole sviluppo e una chiara evidenza, soprattutto sul versante settentrionale. Su questo il cordone, tra i *monti* di Erno e il Dosso del Pian del Tivano, manifesta una pendenza del 17 ‰ (60 metri di dislivello in 3500 metri di distanza in linea d'aria).

Il morenico a terrazzi.

Contrariamente al morenico a cordone, il morenico a terrazzi presenta una frammentarietà e una così scarsa evidenza che rende difficile una sicura individuazione e ricostruzione dei diversi ordini ai vari livelli altimetrici. Nel complesso però la conoscenza dei luoghi e la paziente ricerca mi fanno ritenere possibile una classificazione di sette ordini di terrazzamento altrimetricamente sottostanti l'uno all'altro.

Immediatamente a valle del cordone morenico si delinea un terrazzamento la cui evidenza però si manifesta soltanto al di sotto altimetricamente del Dosso del Piano del Tivano e della Boccola del Piano di Nesso. I ripiani, presso queste località, si stendono assai vasti; dalla loro cotica erbosa emergono, sparsi qua e là, blocchi di cristallino, ma è lecito supporre che essi siano formáti, almeno parzialmente, da depositi alluvio-glaciali

---

[1] Immediatamente a valle dei cordoni morenici del Tivano e di Nesso si stendono due ripiani alluvio-glaciali (in tutto simili ai più elevati), sbarrati verso valle da cumuli morenici che a tratti manifestano un accenno di cordonatura. Si rimarrebbe perciò in dubbio, se farli rientrare nella trattazione del morenico a cordone o in quelle del morenico a terrazzo, se, a consigliare il rinvio della descrizione al paragrafo seguente, non fosse un'esigenza di uniformità nella impostazione rilevata nella premessa.

di riempimento. Infatti verso valle vi sono manifesti segni di uno sbarramento morenico, che in parte distrutto, presenta tuttora, in alcuni punti, dossetti e cenni di cordonatura. L'altimetria del terrazzo sotto la Boccola del Piano è di 940 metri. Qualcosa di più, circa 960, è l'altezza del terrazzo di Comèi, sotto il Dosso del Tivano. Lo sbarramento morenico sussiste più evidente al margine del primo; anzi sotto Bagolino prende addirittura forma cordonata. Davanti al terrazzo di Comèi, invece, lo sbarramento morenico è quasi totalmente distrutto dall'erosione operata dall'arretramento del ventaglio di torrenti che scendono a confluire nella Valle di Nosê; a testimonianza tuttavia rimangono due dossetti.

Il *secondo ordine* di terrazzi lo si riesce a individuare con qualche difficoltà sugli 830 metri alla testata e i 900 all'imbocco della valle. I terrazzi sono ridotti dall'erosione valliva a lembi di minuscole dimensioni: si intravvedono a 830 metri nella Valle del Carèc, nel Dossello (m. 840) nella valletta scendente da Comèi, ai *monti* Fràssen di sotto (m. 840 circa), a 850 metri sotto Nòga, a 875 metri nel castagneto sopra Veleso.

Il *terzo ordine* di terrazzi ha come principali riferimenti il ripiano a 820 metri sovrastante Erno, all'imbocco vallivo, in collegamento con il terrazzo di Veleso ad altimetria di pochi metri inferiore. Verso la testata della valle si possono forse riferire a quest'ordine alcuni lembi di ripiani a 740-750 metri.

Il *quarto ordine* di terrazzi si allunga discretamente delineato tra Erno (m. 724), all'imbocco della valle, e i 725 metri del costone su cui giace Zelbio, per quanto alla medesima altimetria siano assai pronunciati alcuni terrazzi orografici [1] che possono dare qualche incertezza sul significato dei depositi morenici. Questi comunque appaiono abbastanza sicuri sul largo terrazzo che, da sotto l'abitato di Zelbio, s'interna verso il solco della Valle Giürada.

Qnalche incertezza dà pure il *quinto ordine* di terrazzi che appaiono a frammenti ad una altimetria di 620 metri circa sotto Erno, appena sotto la frazione Gorla (m. 653), a Valpaglia (m. 633) sotto Zelbio, e, con più evidenza, nel largo ripiano alla Ca-

---

[1] Tali ad esempio il dosso su cui giace l'abitato di Zelbio e, sul versante opposto della valle, il monte Cappòn (m. 711).

scina Cappòn (m. 625) sul versante del monte omonimo alla sinistra orografica della Valle di Nosê.

Ancora una serie di piccoli terrazzi — riferibili a un *sesto ordine* — si sviluppa sui 500 metri. Il più evidente lo si trova sul lato sinistro della valle, alla località Piadera (m. 501). Altri lembi di terrazzo si allineano sul versante opposto tra i 500 e i 540 metri (sopra Vico).

Infine un ultimo ordine di terrazzi è individuabile — non senza qualche incertezza — a circa 370 metri. È il terrazzo di Vico e Scerio sul versante di destra e il terrazzo della Selvetta sul versante di sinistra.

Presso la sponda del lago infine si osservano alcuni piccoli terrazzi (quali quello del Castello) a circa una settantina di metri (o poco più) sul livello dell'acqua e cioè a 270 metri s. l. m. Compreso questo, si avrebbero, in conclusione, otto ordini di terrazzamento con altimetria decrescente dall'imbocco alla testata della valle. Per facilitare il collegamento eventuale con i terrazzi degli altri settori del Lario occidentale, piuttosto che della testata, riferisco le seguenti altimetrie di ciascun ordine sui versanti del Colmenacco, ossia della *destra* e *presso l'imbocco della valle*; ivi dall'alto al basso si presentano nella seguente successione altimetrica: m. 1000 circa (calcolato per interpolazione), 900, 825, 725, 620, 500, 370, 270.

Rilevo con ultima osservazione che il materiale dei terrazzi — ad esclusione di quelli dell'ordine più elevato, costituiti in prevalenza di elementi alpini e con qualche lievissimo indizio di ferrettizzazione superficiale — sono costituiti da materiale per lo più assai fresco; in esso prevalgono gli elementi calcarei ma non mancano, sia superficialmente che inclusi nell'ammasso grossi trovanti di cristallini tra i quali è assai rappresentato anche il serpentino.

7. Il morenico nelle valli di Faggeto.

Con il nome del Comune di Faggeto Lario, che si estende in posizione mediana, indico l'arcuata sponda orientale del ramo comasco del Lario compresa all'incirca tra l'abitato di Pognana e la prominenza di Torno. I versanti di questo tratto discendono al lago quasi a forma di un grande semimbuto, inciso totalmente nei calcari del Lias, che presenta il margine alto dominato dalle morbide cime del Monte Palanzone (m. 1436), del Pizzo del-

l' Asino (m. 1272), del Monte Bolettone (m. 1317) e del Monte Boletto (m. 1236), separati da altrettante morbidissime selle la cui minore altimetria è di 1116 metri. Contro questi versanti, disposti a conca, premeva il ghiacciaio abduano all' uscita dàlla stretta di Torriggia-Careno; ma, contro l' ostacolo, la colata era costretta a piegare ad angolo quasi retto per dirigersi verso il gomito di Torno.

I residui morenici, modesti di quantità, ma tuttavia indicativi, si conservano soprattutto nell' ambito dei solchi ramificati della Valle di Cairo e della Valle Molini che, discendendo, vanno via via avvicinandosi l' una all' altra per sboccare nel lago a distanza di poche decine di metri.

Il limite massimo del morenico.

I residui di morenico ad altimetria più elevata si rinvengono con evidenza sul costone del Pizzo dell' Asino e nelle località la Bozza e Acqua Fregia sopra l' *alpe* di Lemna.

Sul costone che discende dal Pizzo dell' Asino tra le vallette di Cairo e di Gaggio blocchi di cristallino emergenti dalla cotica erbosa dei pascoli od occhieggianti nel solco dei sentieri si trovano sino a 1025 metri. Non al più alto livello, ma poco più a valle, agli erratici si associa anche materiale minuto lievemente ferrettizzato che si fa via via più abbondante congiungendosi al deposito cordonato.

In località la Bozza che trovasi a monte del pianoro dell' *alpe* di Lemna, il livello massimo del morenico giunge a 935 metri o poco più. La Bozza è una groppa dai morbidissimi pendii coperti da vegetazione arborea ed erbacea dal cui mantello emergono blocchi di scisti, di graniti e di gneiss.

Altri elementi cristallini si trovano in prossimità della sorgente dell' Acqua Fregia (m. 950) pure sovrastante all' *alpe* di Lemna.

Il morenico a cordone.

Il morenico a cordone si manifesta in più località; ma con maggiore evidenza presso l' *alpe* di Lemna ad una altimetria di 900 metri; ivi si distende un vasto ripiano bordato, al margine verso valle, da un rialzo ben delineato. Il ripiano è dovuto presumibilmente, almeno in parte, a riempimento alluvio-glaciale, ma il materiale di cui è costituito non è posto a nudo in alcun punto.

Invece il bordo cordonato, inciso da qualche torrentello sul pendio a valle, mostra con evidenza la sua costituzione morenica con prevalenti elementi cristallini e rivela, almeno in superficie, un principio di ferrettizzazione in alcuni punti ben marcata.

Allo stesso livello altimetrico, nella Valle del Cairo, il deposito del morenico cordonato si manifesta all' *alpe* di Palanzo (m. 925); quivi si ha un ripiano bene accennato e un bordo a cordone eroso verso la vicina valletta, ma ben delineato e con le stesse caratteristiche di materiale del deposito dell' *alpe* di Lemna.

Fra questa e l' *alpe* di Palanzo il morenico dei cordoni manifesta, a mio parere, un aumento di altimetria provocato dallo sprone roccioso che discende dal Pizzo dell' Asino; su di esso il deposito collegabile con i cordoni si dispone in prossimità dell' alberghetto della Panighera che sorge a 984 metri.

Sulle pendici sottostanti al Boletto, il morenico collegabile con i cordoni si fa scarso e solo si manifesta con netta evidenza al Pian Dürac, poco sopra i 900 metri.

È da notare che, altimetricamente sottostante ai cumuli del morenico cordonato e in continuità di esso, si distende verso valle un velo morenico che accenna in alcuni punti a prendere forma terrazzata, soprattutto nella valletta di Gaggio, come vien chiamato l' alto solco della Valle Molini. Di tali ripiani si fa cenno nel successivo paragrafo pur notando che il materiale di essi differisce per composizione e per conservazione da quello del più alto morenico a cordone.

Il morenico a terrazzi.

Come di normale la fascia altimetrica compresa tra il morenico a cordone e il livello del lago è caratterizzata da abbondanti depositi, ma, come sempre, frazionati (e non pochi anche rimaneggiati per opera dell' uomo) talchè riesce assai difficile la ricostruzione di ordini di terrazzamento.

Occorre affidarsi ai lembi residui, basandosi in parte sull' esperienza acquisita e soprattutto lasciando alle conclusioni di confermare o meno l' esattezza della ricostruzione.

Un terrazzo che si delinea nettamente nel cumulo morenico che discende in continuità del cordone è quello di località Togo a 850 metri circa, altimetricamente poco al di sotto del ripiano dell' *alpe* di Lemna; esso è probabilmente collegabile con i ripiani

che si dispongono sulla costa del Pizzo dell' Asino presso Fontana Cannê e Cassinello a circa 880 metri [1].

Un accenno ad altri terrazzi si ha verso gli 800 metri o poco più (soprattutto sullo sprone del Pizzo dell' Asino). Si tratta per lo più di ripiani senza nome salvo quello dell' *alpe* Gervasio (m. 816) che può essere preso come particolare riferimento.

Molto più evidenti sono i ripiani ad altimetria di circa 740 metri che costituirebbero, se si ritengono validi i terrazzi soprastanti, il terzo ordine di terrazzamento. Come indicativi si possono prendere tre terrazzi: quello presso la località Pierovasan con altimetria di 750 metri circa; quello di Cassino (m. 771) ad altezza superiore agli altri perchè si trova sullo sprone del Pizzo dell' Asino contro il cui ostacolo il margine del ghiacciaio probabilmente subiva un rialzo; quello, infine, dell' *alpe* di Molina a 740 metri circa. A quest' ordine di terrazzamento deve collegarsi sicuramente il Pian del Gallo, a 700 metri, soprastante il Monte Piatto di Torno; esso è particolarmente caratteristico per l' abbondanza di erratici prevalentemente di serizzo ghiandone.

Un *quarto ordine* di terrazzamento si può tracciare al livello di 650 metri tra Cassine (frazione sopra Palanzo), il cui terrazzo si espande verso il solco della Valle di Cairo (a quota 640), e le case delle Perle (m. 630 e 648). Credo che a quest' ordine debba collegarsi il morenico che ricopre di una alta coltre il Monte Piatto (m. 653) sopra Torno, noto anche per l' abbondanza degli erratici tra i quali la caratteristica Pietra Pendula [2], di serizzo ghiandone, come la maggior parte dei cristallini di questa zona.

Un *quinto ordine* di terrazzi credo si debba tracciare tra Palanzo a 550 metri, Bicogno sulla costa del Pizzo dell' Asino a 593 metri e il ripiano presso Case Parparescia sopra Molina a circa 550 metri. Certamente a quest' ordine di terrazzamento appartiene il ripiano di Piazzaga (m. 550) soprastante la Villa Pliniana, e, ormai aggirato il Monte Piatto, il ripiano su cui si trovano le cascine di Pezò (m. 550).

Difficile è ad altimetria minori la distinzione del terraz-

---

[1] La maggiore altimetria di questi piccoli ripiani dipende dal rialzo del margine della massa glaciale, provocato dall' ostacolo costituito dal costone stesso.

[2] v. MAURO F. e NANGERONI G., *I trovanti nella regione dei tre Laghi,* Nicola ed., Milano, 1949.

zamento morenico dal terrazzamento orografico. Credo tuttavia possibile, riferendomi in particolare ai depositi nella valle Molini, individuare un terrazzamento sui 450-470 metri che si collega con il ripiano di Molina di poco superiore. Alla medesima altimetria si delinea un bel pianoro sotto Piazzaga e qualche lembo terrazzato sulle pendici del Monte Piatto.

Alla fine è possibile individuare un ultimo ordine di terrazzamento, che risulterebbe il settimo, a circa 350 metri: lo si segue sui seguenti lembi: San Rocco sotto Palanzo a 370 metri circa, S. Alessandro tra il solco delle valli di Cairo e Molini a m. 363 e quindi a tratti sino a Cave (m. 342) sulle pendici del Monte Piatto.

In conclusione dunque, si possono annoverare sette ordini di terrazzamento che, non tenendo conto delle maggiori altimetrie determinate dallo sprone del Pizzo dell' Asino, presentano dall' alto al basso la seguente successione altimetrica: m. 850, 800, 740, 650, 550, 450-470, 350.

Noto che il materiale che costituisce i terrazzi, ad esclusione del più elevato di cui ho già detto, è composto da una massa fresca in cui prevalgono gli elementi calcarei. È però una spiccata caratteristica di questa zona, come pure di quella adiacente verso lo sbocco comasco, la abbondanza di erratici, anche di notevoli dimensioni, prevalentemente di serizzo ghiandone; ve ne sono di superficiali, ma anche di inclusi nel materiale più minuto come testimoniano alcuni grossi blocchi affioranti in luoghi franosi.

8. La zona di sbocco.

Come zona di sbocco considero i versanti che incombono dal lato orientale sul primo bacino del ramo di Como, ossia il tratto che da Torno giunge sino alla città. Ivi i versanti sono nel complesso piuttosto ripidi specialmente tra i due sproni prominenti del Monte Piatto, cui sovrasta la Croce d' Ardona (m. 1000), e i Piani del Falchetto, cui sovrasta San Maurizio (m. 906). È su di questi che in prevalenza si trovano i residui più abbondanti di morenico, per quanto sia notevole il numero dei trovanti disseminati anche sul versante di Blevio.

Il limite massimo del morenico.

Le località più indicative del morenico sparso altimetricamente più elevato sono la Croce d' Ardona e San Maurizio.

Sulla cimetta della Croce d' Ardona, che s'eleva a 1000 metri, non si trova alcun elemento cristallino salvo qualche scheggia, che, nel taglio, rivela di essere un residuo di blocchi portati lassù per la costruzione del castello che sorge sulla cimetta. Il più alto morenico lo si rinviene poco sotto i 900 metri scendendo verso il Piano del Gallo o internandosi verso la Valle di Oca.

A San Maurizio il morenico più elevato si trova poco più in basso dell'abitato che trovasi a 871 metri metri; ad altimetria quindi di 850 m.

Il morenico a cordone.

Il morenico a cordone non si trova in alcun punto in tutto il versante tra la Croce d' Ardona e San Maurizio. Solamente sulle pendici che scendono da questo centro si nota un cumulo morenico che si allunga sui 750 metri tra la sorgente Pissarottino (m. 727) e la parte superiore di Brunate, ma esso non presenta alcuna forma particolare, forse anche per il rimaneggiamento subito in conseguenza della costruzione di ville di abitazione estiva ([1]). Comunque la presenza di questo abbondante deposito trova conferma nel morenico che, in continuazione, si stende nella riposta conca sorgentizia della Valduce, a Villa Weisz e, infine, a Visigna dove determina lo sbarramento e il conseguente colmamento della conca di Civiglio; in continuità si potrebbe poi seguire la serie di questi depositi sino ad Albese.

Il morenico a terrazzi.

Il terrazzamento in tutto questo tratto di sbocco della sponda orientale del ramo comasco non presenta malauguratamente nè continuità nè evidenza.

Tuttavia si possono annotare alcuni lembi più certi e più significativi. Tra questi anzitutto il bel terrazzo che immediatamente a contatto del morenico di Brunate alta discende lentamente sin verso i 650 metri dalla parte del solco di Valduce.

Alcuni lembi terrazzati si notano poi sopra Blevio verso i

([1]) Ho voluto però osservare carte topografiche di antica levata: la tavoletta dell' I. G. M. del 1888, con correzioni del 1894, per l'andamento delle isoipse farebbe supporre lo sviluppo di un cordone morenico ad altezza forse un poco superiore a quello citata; ma è ovvio che da ciò non possa essere derivato alcun dato di assoluta certezza.

500 metri (*monti* Mezzovico, m. 500; *monti* di Sorto, m. 503), collegabili probabilmente con il già citato (1) terrazzo di Cascine Pezò (m. 550) sotto Montepiatto.

Conclusione.

Il resoconto dell'indagine sul morenico quaternario, esposto distintamente per ognuna delle otto parti in cui ho suddiviso il Lario occidentale, ha messo in evidenza qualche fatto locale non rilevato nei precedenti resoconti, sopratutto riguardo alla duplicità, in qualche luogo, del morenico cordonato; ma in linea generale ha ribadito la triplice distinzione dei depositi in successione altimetrica decrescente dall'alto al basso nel seguente ordine: morenico scheletrico, morenico a cordoni, morenico a terrazzi.

Come primo problema di ricapitolazione si pone ora il collegamento di diversi tipi di depositi.

Prendo l'avvio dal morenico sparso e scheletrico allo scopo di individuare il limite altimetricamente più elevato della superficie glaciale nella sua massima espansione.

Eccone i dati raccolti in tabella riassuntiva riguardanti il *versante occidentale*:

Valle di Musso	S. Maria Rezzon.	M. di Termezzo	Boffalora	M. Pasquella	M. Comanna	Zocche di Laglio	Madrona
1480	1475	1270	1260 ?	1230	1150	1100	860

(Km. 9) 32 ‰

(Km. 15) 23 ‰ — (Km. 16) 25 ‰

(Km. 33) 18 ‰

Ritengo che i coefficienti di pendenza aggiunti ai valori altimetrici non manchino di utilità; ma com'è facilmente comprensibile, ad essi attribuisco un significato esclusivamente indicativo e approssimato.

Nel complesso, della tabella rilevo:

1) che i valori altimetrici vanno gradatamente diminuendo dall'alto Lario verso lo sbocco sulla collina comasca;

(1) v. il paragrafo precedente sul morenico nelle valli di Faggeto.

2) che dai residui morenici della Valle di Musso a quelli della Madrona il dislivello della superficie glaciale risulta essere di 620 metri; poichè tra i due estremi intercorrono in linea di aria (tenendo conto però delle deviazioni del bacino lacustre) 33 chilometri circa, la pendenza media della superficie glaciale è del $18\,^{0}/_{00}$;

3) che la pendenza della superficie glaciale non si manifesta uniforme, ma progressivamente crescente da monte a valle; difatti, pressocchè impercettibile nell'alto Lario si accentua gradatamente nella zona meridiana per accrescersi notevolmente verso lo sbocco.

Per il versante orientale del ramo comasco i dati principali sono raccolti nella seguente tabella (1):

V. del Perlo	Forcoletta	Pian del Tivano	Alpe di Lemna	San Maurizio
1300	1240	*1124*	*1025 - 950*	650

(Km. 14,4) $28\,^{0}/_{00}$

(Km. 19) $23\,^{0}/_{00}$

Anche per questo versante si nota che i valori altimetrici vanno gradatamente decrescendo dal centro lago verso lo sbocco. Per quanto riguarda i coefficienti di pendenza è evidente che nel calcolo non possano essere presi in considerazione i relitti entrovallivi del Piano del Tivano e delle Valli di Faggeto. Perciò non c'è che da affidarsi ai dati del Perlo e della Forcoletta rispetto a San Maurizio. A mio parere tuttavia il risultato appare accettabile anzi apprezzabile, armonizzandosi con i coefficienti di pendenza del versante occidentale nei tratti Monte Comanna-Madrona e Boffalora-Madrona. Difatti, per convincersene, si osservino nel seguente quadro i coefficienti di pendenza, in relazione alle rispettive distanze, alternativamente per i due versanti:

(1) Sono in corsivo i dati entrovallivi.

Versante	Km.	Località	Pendenza
orientale	19	Valle Perlo - S. Maurizio	23 $^0/_{00}$
occidentale	16	Boffolara - Madrona	25 $^0/_{00}$
orientale	14	Forcoletta - S. Maurizio	28 $^0/_{00}$
occidentale	9	M. Comanna - Madrona	32 $^0/_{00}$

In verità, avvertita la difficolà di calcolare le distanze chilometriche in conseguenza delle tortuosità del bacino comasco e sopratutto del versante orientale di esso, tenuta presente la differente posizione delle due località di sbocco (San Maurizio e Madrona) e infine, per questo e per il precedente fatto, tenuta presente la possibilità di adattamenti delle massa glaciale a particolarità morfologiche locali, il risultato appare persino sorprendente. Esso è comunque tale da confermare le esattezze dei rilievi e delle deduzioni fatte.

Esamino ora la disposizione altimetrica dei cordoni morenici sul versante orientale del Lario tra la Valle di Musso e la Madrona. Eccone i dati raccolti in tabelle [1]:

Valle di Musso	Boffalora	Alpe di Sala	M. Prada	M. Comanna	Zocche di Laglio	Madrona
1420	1230	1230	*1129*	1110	1060	830

(Km. 17) 11 $^0/_{00}$ (Km. 8) 15 $^0/_{00}$

(Km. 9) 31 $^0/_{00}$

(Km. 16) 25 $^0/_{00}$

(Km. 33) 17 $^0/_{00}$

Nel complesso, si può, come il morenico più elevato, rilevare:

1) che i valori altimetrici vanno gradatamente diminuendo dall'alto Lario verso lo sbocco sulla collina comasca;

---

[1] Sono in corsivo i depositi entrovallivi.

2) che dai depositi morenici della Valle di Musso a quelli della Madrona il dislivello della superficie glaciale risulta essere di 590 metri; poichè tra i due estremi intercorrono 33 chilometri, la pendenza media della superficie glaciale è del $17\,^0/_{00}$;

3) che la pendenza della superficie del ghiacciaio non si manifesta uniforme, ma progressivamente decrescente da monte a valle; difatti essa è appena sensibile nell'alto Lario ($11\,^0/_{00}$), si accentua nel centro lago ($15\,^0/_{00}$), per eccrescersi nettamente verso lo sbocco ($31\,^0/_{00}$).

Le conclusioni sono del tutto identiche, dunque, a quelle tratte dalla considerazione dei dati relativi al morenico più elevato. Del resto, se poste a confronto, le due tabelle presentano, nei coefficienti di pendenza dei diversi tratti, valori altimetrici di evidente simiglianza.

E, infine, ecco i dati sul versante orientale del ramo comasco:

Valle di Perlo	Colmenacco	Piano del Tivano	Valli di Faggeto	Brunate
1210	1100	*1000*	*984 - 900*	750

(Km. 14) $25\,^0/_{00}$

(Km. 20) $27\,^0/_{00}$

I valori altimetrici presentano sempre un andamento progressivamente decrescente da monte a valle, ma dal confronto con le tabelle precedenti, si nota qualche discordanza. La prima riguarda il dislivello tra morenico sparso e morenico cordonato di S. Maurizio e di Brunate: di poche decine di metri alla Madrona diviene di 100 metri in queste località; non è però l'unico caso, perchè anche al Piano del Tivano si verifica un dislivello di 124 metri e alla Forcoletta addirittura di 140 metri, che è il massimo di tutta la regione occidentale del Lario. Naturalmente, da tale fatto deriva qualche discordanza anche per i coefficienti di pendenza, sia nei confronti del morenico sparso sullo stesso versante, sia nei confronti dei morenico cordonato sul versante opposto in particolare sulla distanza Valle del Perlo-Brunate. Nè è facile trovare una o più cause convincenti al riguardo salvo la giustificazione, tuttavia generica, del particolare

adattamento delle masse glaciale alla tormentata morfologia del versante orientale del ramo comasco. A parte comunque questa parziale discordanza, che giudico di limitato significato, tengo a sottolineare come dall'accertamento per confronto dei valori altimetrici e dei coefficienti di pendenza del morenico sparso e del morenico cordonato tanto sul versante orientale come su quello occidentale risulti evidente un'analogia di situazioni quali di volta in volta ho messo in luce. Nè altro è possibile chiedere ai dati raccolti.

Sarebbe a questo punto augurabile di poter ottenere altrettanta messe di risultati dal collegamento dei terrazzi morenici che ho cercato di porre in luce in ogni singolo paragrafo dell'indagine. Ma se già appare talvolta un po' forzato il collegamento dei terrazzi nell'ambito di ciascuna zona, artificioso se non arbitrario potrebbe sembrare il tentativo di un rigido collegamento in ordini di terrazzamento sui trenta e più chilometri del versante occidentale del Lario e sul venti e più del versante orientale del ramo comasco. Certo a volte l'allacciamento si presenta ovvio, ma nella maggior parte dei casi incerto per le condizioni di frazionamento, erosione, rimaneggiamento in cui trovasi, come ho fatto più volte rilevare, il morenico dei terrazzi; occorrerebbe semmai un lungo esame — impossibile in questo quadro d'indagine — per giungere (in base anche ai suggerimenti che possono venire dalle precedenti conclusioni sul morenico sparso e su quello cordonato) a uno studio completo e soddisfacente. Mi par utile comunque dare qui a seguito il quadro d'assieme del collegamento che, a indagine conclusa, credo, per certi aspetti più convincente [1].

---

[1] Nella Tabella sono in corsivo i terrazzi entrovallivi della Valle Intelvi. Per maggiore semplicità ho tralasciato di mettere un segno particolare ai terrazzi che presentavano qualche incertezza; per gli eventuali dubbi rimando alla esposizione per singole zone.

	Valle di Musso	Costone di S. Maria Rez.	Tremezzo	Valle Perl. e Isola C.	Valle Intelvi	Costone del Monte Poncion	Zona di sbocco
Cordoni	1420	1410	1270	1230	*1129*	—	830
	—	—	—	—	*1108*	—	—
I	1320	1300	—	1100	*1000*	—	—
II	1210	1150	—	1020	*930*	800	—
III	1100	1095	—	920	*820*	700	—
IV	1000	970	—	800	*720*	600	—
V	900	900 - 850	—	—	*600*	495	—
VI	780	750	—	—	*500*	—	425 - 375
VII	650	650	—	—	*400*	—	340 - 290
VIII	550	530	350	—	—	—	—
IX	450	427	250	—	—	—	—
X	362	300	—	—	—	—	—
XI	280	260	—	—	—	—	—

La tabella permette le seguenti considerazioni:

1) Tra il cordone morenico e il primo terrazzo sottostante che sia *ben delineato*, s'interpongono normalmente oltre un centinaio di metri; in questo dislivello, come di frequente ho rilevato nella esposizione per singole zone, non mancano depositi morenici, che per composizione e conservazione del materiale manifestano gli stessi caratteri del morenico cordonato e accennano talvolta a prendere forma terrazzate, ma con così scarsa evidenza e con così limitata estensione da impedire di classificarli come terrazzi. Noto in particolare che in questa zona altimetrica si dovrebbero trovare i depositi da collegare con quelli di Monte Prada in Valle Intelvi. Si tratta dunque di una zona che presenta qualche incertezza.

2) Rispetto agli ordini di terrazzamento risulta che nell'alto Lario se ne possono contare 11; a Tremezzo 9 e allo sbocco 7; si dovrebbe perciò dedurre che l'VIII il IX, il X e il XI ordine rappresentino fasi nelle quali la fronte glaciale si è arrestata nell'ambito del bacino lacustre del Lario.

3) La pendenza della superficie della colata glaciale in base a quanto manifesta il morenico (e sempre che il collegamento sia esatto) avrebbe avuto, nelle successive fasi di ritiro, una tendenza a ridursi progressivamente; tale generalizzazione, che del resto non contrasta con quel che oggi si osserva nel glacialismo attuale, può essere provata dal fatto che gli ordini VI e VII, che sono gli unici collegabili tra gli estremi, danno rispettivamente coefficienti di pendenza all'incirca dal $12^{\circ}/_{00}$ al $10^{\circ}/_{00}$ e dal $11^{\circ}/_{00}$ al $9^{\circ}/_{00}$, secondo che il calcolo sia riferito ai depositi di minore o di maggiore altimetria della zona di sbocco.

Ed ecco un tentativo di collegamento dei terrazzi e depositi morenici sul versante orientale del ramo comasco [1].

	Valle del Perlo	Valle di Nesso (sbocco)	Valle di Nesso (testata)	Valli di Faggeto	Blevio	Zona di (sbocco)
Cordoni	1220 / 1210	1100	*1000* / *1000*	*900*	—	750
I	1105	1000	950	*850*	—	—
II	1000	900	—	*740*	—	—
III	900	825	—	*650*	—	650
IV	800	725	—	550	500	—
V	700	620	—	450	—	—
VI	600	500	—	350	—	—
VII	500	370	—	—	—	—
VIII	400	270	—	—	—	—
IX	300	—	—	—	—	—

Come risulta evidente, se si escludono i depositi entro vallivi, i depositi terrazzati sui versanti del ramo comasco sono scarsi al punto da rendere assai arduo il collegamento. Una indicazione utile è data dal numero dei terrazzi, che risultano in

[1] Nella Tabella sono in corsivo i depositi entrovallivi delle Valli di Nesso e di Faggeto.

numero di 9 tra l'alta valle del Perlo e Bellagio e di 8 allo sbocco della Valle di Nesso. Vi è una analogia con il versante occidentale che suggerisce le seguenti considerazioni;

1) l'VIII ordine di terrazzamento che a Tremezzo è rappresentato da terrazzi sui 350 metri e sopra Bellagio sui 400 metri ([1]), sarebbe giunto sino a Nesso a un'altezza di 270 metri,

2) il IX ordine che a Tremezzo è rappresentato da terrazzi sui 250 metri e a Bellagio sui 300 metri non sarebbe invece rappresentato a Nesso almeno al di sopra del livello del lago;

3) dalle precedenti osservazioni consegue che eventuali depositi, supposti in relazione alle profondità del bacino, nella zona tra Bellagio e Tremezzo non sarebbero comunque collegabili con questi ordini di terrazzamento, ma semmai con l'ordine X che, a mio parere, è rappresentato nell'alto Lario.

A questo punto della conclusione non resterebbe che approfondire il problema più complesso della ricerca: l'assegnazione cronologica dei depositi. Ma è evidente che per poter giungere ad una soluzione definitiva sia necessario il collegamento con i depositi di pianura, poichè solamente nella pianura può venire in aiuto al criterio stratigrafico — l'unico veramente indiscutibile — che manca del tutto nelle zona di montagna. Premesso questo è tuttavia possibile qualche utile considerazione.

Anzitutto è evidente che il morenico più elevato è in prevalenza sparso, scheletrico, costituito normalmente da grossi blocchi e solo raramente e nei luoghi più riparati (Alpe del Ciuchetún) da materiale minuto; nel complesso la sua *facies* fa presupporre un'azione di dilavamento a cui non fu sottoposta certamente la morena altimetricamente sottostante, in parte ferrettizzata ma tutt'altro che scheletrica. È ovvio pensare pertanto che l'azione di dilavamento e trasporto non potè avvenire in un periodo di tempo nè breve nè contemporaneo alla deposizione dei cordoni, ma in un periodo prolungato e antecedente. Difatti i depositi alluvio-lacustro-glaciali a monte dei cordoni dimostrano che il dilavamento e il trasporto dovevano già essere in gran parte

---

([1]) Non penso sia da considerarsi inaccettabile un collegamento dei terrazzi di Bellagio, anche se sono altimetricamente superiori di circa 50 metri, con quelli di Tremezzo; non si deve dimenticare che Bellagio con la sua bozza scindeva la colata glaciale nella sua parte mediana.

compiuti, allorchè ebbe inizio il deposito dei cordoni stessi. Non mi parrebbe del tutto astruso pensare che i depositi alluvionali di Tremezzo, di Cernobbio e della Valle Intelvi, ricchi di materiali alpini e non privi di ciottoli striati, rappresentino il materiale del più alto morenico trascinato dalle acque a valle e ancora parzialmente conservato sotto il morenico fresco.

Il morenico cordonato che, nei miei precedenti lavori avevo individuato come costituito da un unico cordone, con l'ampliamento delle indagini, si è rivelato, nei luoghi più riparati, quali il Filone del Cristé in Valle Intelvi, il Piano del Tivano nella Valle di Nesso e l'*alpe* del Picét nella Valle del Perlo, costituito da un duplice ordine di cordoni. In più, per uniformità di composizione e di conservazione sono convinto che alla serie dei depositi cordonati siano da aggregare i depositi morenici sottostanti ai cordoni sino al I ordine terrazzato. Questo ordine (terrazzi di Coméi al Pian del Tivano, del Meriggio in Valle Intelvi, di Togo nella Valle di Faggeto, ecc.) pone qualche dubbio circa la sua assegnazione. Per la morfologia si sarebbe indotti ad aggregarlo agli ordini di terrazzamento, per la composizione ai depositi cordonati. È infatti un fatto evidente che tra questo terrazzo e il sottostante vi è una netta differenziazioue di materiale: al di sopra materiale in prevalenza alpino con qualche accenno alla ferrettizzazione, al di sotto e sino al livello del lago, materiale sempre freschissimo e costituito in prevalenza da materiale calcareo. Ovviamente tale fatto non è però sufficiente di per sè a giustificare una differenziazione cronologica. Sotto questo aspetto si potrebbe affacciare una ipotesi: che il più alto terrazzo sia effettivamente da aggregare cronologicamente agli altri terrazzi sottostanti, ma che nel morenico di cui è costituito sia rappresentato parzialmente il materiale che nella precedente manifestazione glaciale venne abbandonato lungo il solco lariano.

Quanto alla ferrettizzazione dei cordoni è risultato che si tratta probabilmente di fenomeno derivato da particolari situazioni locali. È innegabile infatti — e il cordinamento effettuato nelle pagine precedenti lo conferma — che i cordoni dell'*alpe* di Sala e del Tivano appartengono alla stessa fase di deposito, ma mentre all'*alpe* di Sala il morenico si è conservato freschissimo, al Tivano è nettamente ferrettizzato, tanto che i blocchi

di gneis cedono facilmente al coltello. Sarei propenso a credere dunque che si debba attribuirne all'abbondanza di acqua o meno la maggiore o minore conservazione e che vi abbiano quindi influito l'esposizione, la posizione, ecc. Rimane comunque innegabile un fatto: che il materiale di cui sono costituiti i terrazzi non è mai, neppure parzialmente, ferrettizzato.

Insomma, credo ancora oggi, come all'epoca dei miei primi lavori, che non sia da respingere l'ipotesi:

1) che il morenico scheletrico più elevato rappresenti la espansione massima del Mindel;

2) che il morenico dei cordoni (compreso il sottostante terrazzo) sia da attribuirsi al Riss;

3) che il morenico dei terrazzi meno elevati sia da attribuirsi al Würm.

ig. 1 — Il versante occidentale del Lario tra Menaggio e Tremezzo. In primo piano Dossone con il Sasso San Martino sotto cui si delineano i terrazzi morenici di Treiezzo a m. 350 (II) e a 250 (I). La freccia (*a*) indica il luogo di affioramento delle argille.

'ig. 2 — Veduta d'assieme del Centro Lago. In primo piano Ossuccio e l'Isola Coma·ina. Poi il Dosso di Lavedo saldato alla sponda dal delta di Campo. Sullo sfondo la bozza di Bellagio e, a sinistra, il terrazzo dei 350 metri di Tremezzo.

Fig. 3 — Il cordone morenico dell'*alpe* di Sala (m. 1230).

Fig. 4 — Un esempio dell'evidente stacco morfologico del cordone morenico (a de[illegible]ra) dal pendio roccioso (a sinistra). Di frequente una vallecola s'interpone tra l'uno e l[illegible]tro (Alpe di Sala).

Fig. 5 — Morenico terrazzato sotto l'*alpe di Sala* (m. 1120).

ig. 6 — Un blocco di granito, da ascriversi al morenico sparso, giacente a 1475 metri, sopra il Mottone del Dosso di Santa Maria Rezzonico (Alto Lario).

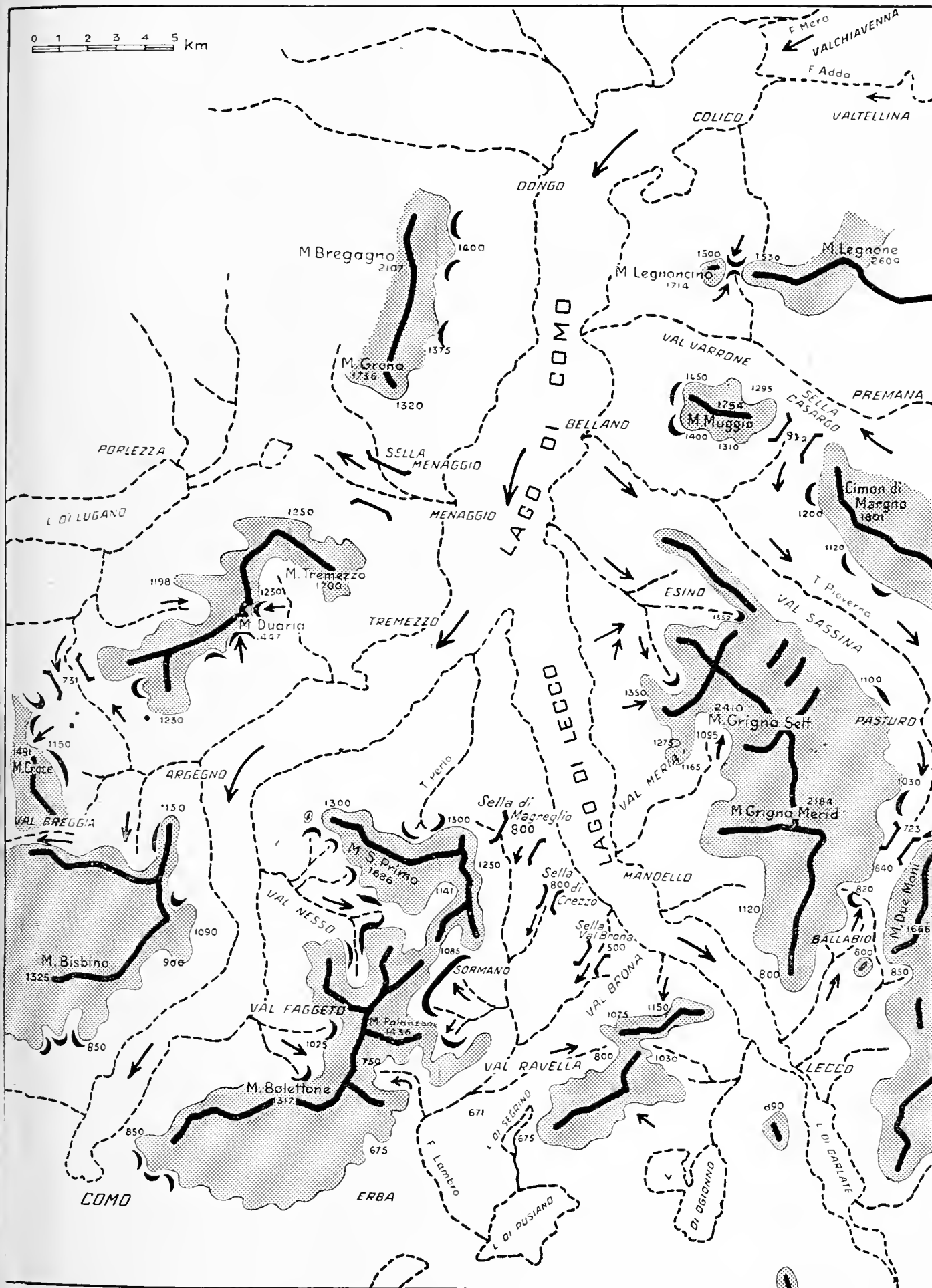
Fig. 7 — Il morenico sui versanti del Monte Bisbino sino al solco della Breggia. Son segnati: c = livello del morenico a cordone con i depositi della Madrona (*a*) e (Doello (*b*); I = terrazzo di Rovenna e Gentrino (m. 425-375); II = terrazzo di Porgin Casnedo e Piazza S. Stefano (m. 350-290).

Fig. 8 — Un tratto del cordone morenico del Dosso (m. 1000) che sbarra il Pian d Tivano; la fotografia è presa dal terrazzo-cordone sottostante verso la testata del Valle di Nesso.

Fig. 9 — Sezione nella morena dell'arco cordonato che, al Pian del Tivano (m. 1000), si distende al Monte del Dosso.

Fig. 10 — Particolare della morena dei cordoni al Piano del Tivano.

Fig. 11 — La Pietra Pèndula, masso di ghiandone poggiante sul calcare liassico che l'uomo ha ridotto determinando così la forma complessiva simile a un fungo; tale pietra si trova a Monte Piatto (m. 655) sopra Torno; su di essa è incisa la sigla P. P. (Proprietà Privata); misura m. 2 × 4 × 3. (Nangeroni)

Fig. 12 — La *Pietra Nairöla*, gigantesco parallelepipedo di ghiandone poggiante sul ripido pendio liassico. Sopra Blevio a m. 585; misura m. 7 × 4 × 4,5; è stabile, nonostante il protendersi verso il Lago, perchè la parte sporgente è più stretta di quella appoggiata. (Nangeroni)

L regione del Lario durante le glaciazioni Mindel e Riss. Non vennero indicati i pi oli ghiacciai locali delle Grigne. La linea continua che circonda le aree montuose se a il limite alto del morenico sparso e in qualche punto ferrettizzato (Mindel); Le qu e segnate indicano il livello più alto del morenico in quella località. Le piccole semilune indicano i cordoni morenici più alti (Riss).

1. *Sponda orientale del Lario* da Colico a Lecco.

2. *Sponda occidentale del Lario* da Dongo a Cernobbio.

3 *Sponda occidentale del ramo di Lecco* da Bellagio al Monte Barro.

4. *Sponda orientale del ramo di Como* da Bellagio a Como.

5. *Da ramo di Como al ramo di Lecco* attraverso la Val di Nosè e la Valle Assa

Profili sulla regione del Lario per mostrare il collegamento altimetrico tra i div s lembi di morenico. Le linee tratteggiate o a punti piccoli, indicano i tratti interpo ti I punti grossi indicano il morenico sparso più elevato; le linee ondulate indica cordoni morenici più elevati; i tratti neri indicano il morenico prevalentemente a er razzi. Vennero dagli autori interpretati, il primo tipo come Mindel, il secondo c Riss e il terzo tipo come Würm.

N
S
0 1 2 3 4 5Km
Grigna sett
Grigna Merid
Buco di Grigna
Alpe Cetra
Prada
Pesse Cainallo
Porforella
Pertusia
Misvola
S.Defendenta
Verdascia
Passo Lierna
M.Muggio
Casarga
Legnoncino
Valsassina
Piano dei Resinelli
Coltignone
Val Varrone
Val Pioverna
Val Meria
Val Resinelli
Carenno
LIVELLO DEL LAGO
LIVELLO DEL MARE
Bellano
Varenna
Mandello
Abbadia
Lecco
Delta
Prof. 286
2
N
S
M. Bregagno
Costone di Bregagno
2107
1737
M. Grona
M. Galbiga
C. di Tremezzo
Bolfaiora
A. di Sala
M. Costone
M. Pasquella
Sella di S. Fedele
M. Comanna
Calmegnone
M. Bisbino
Madrona
Alpe Duello
Breglia
Menaggio
Argegno
LIVELLO DEL LAGO
LIVELLO DEL MARE
M.Barro
0 1 2 3 4 5Km.
Spessola
Piano Rancio
Forcella
M.Oriolo
Castel di Leves
Magreglio
Guello
Guarnasca
Morigallo
Corni di Canzo
La Colma
Sambrosera
M.Megna
Val Crezzo
Val Brona
890
750
1030
800
1150
1100
1250
1300
500
Valmadrera
LIVELLO DEL LAGO DI LECCO
N
S
M.S.Primo
Alpe del Picet
Forcoletta
Tivano
M Preaola
M Boletto
Alpe di Lemna
S.Maurizio
Civiglio
1300
1210
850
Valle del Perlo
Valle di Nesso
Valle di Faggeto
Bellagio
Nesso
Faggeto
Torno
Como
LIVELLO DEL LAGO
LIVELLO DEL MARE
410
4
OVEST
EST
M S Primo
Costa del S Primo
M Poncio
Colmenacco
Forcoletta
Forcella
Spessola
Rifugio Stoppani
M Megna
Rasiaelli
0 1Km
A. Erno
Ciaccho
Costa di Lor
Pian del Tivano
Conca di Sormano
Volesa
Erno
Megna
Asso
Fondo Valbrona
Valle di Nosè
Valbiga alta
Valbiga bassa
Rongio
Luzzeno
LIVELLO DEL LAGO
7

Le cime dei monti lariani emergenti nel periodo della massima espansione glaciale (Mindel).
Le aree punteggiate indicano gli attuali laghi.

Giuseppe Nangeroni

IL MORENICO DEL LARIO ORIENTALE, DELLA VALSÀSSINA E DELLA VALLASSÌNA

Osservazioni preliminari sulla cronologia dei depositi morenici laterali.

La regione da me presa in esame è costituita da tutto quel territorio lariano situato ad oriente dalla linea ondulata Erba-Palanzone-Magreglio-Colico.

1. - Premessa.

Ritengo opportuno per una maggiore comprensione, anticipare le conclusioni, alle quali d'altronde sono giunto, naturalmente, attraverso numerose osservazioni analitiche.

1) Solo nella conca lecchese e nella Valsàssina è possibile distinguere *stratigraficamente tre formazioni quaternarie sovrapposte*, di cui: la inferiore lacustro-morenica, la intermedia conglomeratica alluvionale o fluvio-glaciale e la superiore nettamente morenica.

2) Il *morenico di superficie* si presenta dovunque sotto tre aspetti morfologici diversi, per quanto non con localizzazioni esclusive; a questi tre aspetti morfologici corrispondono particolari caratteristiche, soprattutto altimetriche, e probabilmente anche cronologiche:

a) morenico sparso scheletrico, nelle zone più elevate raggiunte dalle lingue glaciali;

b) morenico a tipica forma di cordone che normalmente sbarra un alto pianoro semicircolare determinando una conca, nella quale si sono spesso depositate delle argille, a testimonianza d'un lago di sbarramento morenico di lunga durata, ora scomparso;

c) morenico a forma di terrazzi lungo le valli o lungo i versanti che scendono al lago.

2. Formazioni quaternarie sovrapposte.

La maggior parte delle sezioni nel morenico è molto semplice ed uniforme, salvo l'aspetto che sovente è più fluvio-glaciale che prettamente morenico. Riesce quindi difficile, non potendosi disporre del criterio stratigrafico, stabilire l'età specifica delle formazioni. Però in due regioni, come si è detto sopra, si hanno profili più complicati e alquanto probativi, e cioè nella Valsàssina e tra Lecco e Ballabio. In ambedue i casi si osservano profili di questo tipo: *argille* con ciottoli striati, alla base; più sopra, *conglomerato* alluvionale, ben cementato, fatto di elementi alpini e prealpini, ben arrotondati, dalle dimensioni varie, talvolta alquanto voluminosi, generalmente ben stratificati; più in alto *morenico* regolare, fresco, cioè quello solito dei cordoni e dei terrazzi. Come vedremo, e come mi espressi in un lavoro di alcuni anni fa, essendo a conoscenza di profili nell'area degli anfiteatri del varesotto e del comasco, similari ma nettamente più dimostrativi, io propendo per interpretare come formazione lacustro-glaciale güunziana le argille moreniche di base; come fluviale del I interglaciale, il conglomerato sovrastante, molto simile al tipico ceppo del varesotto e del comasco; come formazione glaciale recente (Würm o Riss), il morenico che fa da cappello.

3. Il morenico sparso.

Morenico sparso o scheletrico se ne trova naturalmente un po' dovunque. Ma nelle zone più alte esso è quasi sempre esclusivo, cioè al di sopra e all'esterno dei cordoni più elevati. Altimetricamente scende da circa 1530 metri sopra Còlico a 1000 sopra Valmadrera e a quasi 900 m. sul Monte Barro. La discesa è abbastanza lenta regolare e uniforme; ad ogni modo non si da mai il caso di ascesa, anzichè di discesa, venendo verso la zona di sbocco. E questo valga anche, e soprattutto, per il secondo tipo di morenico, cioè per quello tipicamente a cordoni. Ciò ha molta importanza, perchè significa che dal tempo della deposizione dei due tipi di morenico ad oggi non vi furono tali spostamenti di masse da invertire l'originario andamento del morenico. Dalla altimetria del morenico sparso è possibile stabilire che, in questo periodo, la corrente glaciale più elevata fu in corrispondenza del Lario anzichè della Val Varrone o della Valsàssina, dove s'incontrano, per tutte le formazioni moreniche superficiali, a pari

latitudine, altitudini inferiori rispetto al ramo orientale del Lario (= Lecco). Anche la lingua secondaria lariana che penetrava nella valle di Esino si teneva molto alta, riuscendo a superare, o per lo meno ad appoggiare la sua fronte sopra i dossi attorno al Passo del Cainallo, qui conservando dunque la ragguardevole altitudine di oltre 1350 di altezza, mentre pressapoco alla stessa latitudine nella Valsàssina il morenico non supera i 1250 m. (sopra l' Alpe Sasso Nero). E anche nella conca di Lecco il morenico sparso mentre raggiunge i 1150 m. alla Forcola di Sambrosera, i 1030 m. alla Colma dei Corni e i quasi 900 m. sotto la cima del Monte Barro, raggiunge a mala pena gli 800 metri all'estremo oriente presso la Fòrcola sotto il Monte Due Mani.

Credo d'aver esaminato attentamente questo morenico, sia pure senza aver sottoposto i suoi componenti ad alcuna analisi chimica o mineralogica, e in generale non ho trovato che questo sia più alterato del morenico degli altri due tipi. Dico in generale, perchè in alcuni casi, nel nostro territorio o in altri vicini o lontani sui quali ho lavorato, i lembi profondamente alterati, cioè fortemente ferrettizzati, sono alquanto diffusi, non solo isolatamente in alto, a costituire la parte più alta del morenico (parliamo sempre di territori non facenti parte degli anfiteatri morenici frontali), ma a costituire spesso anche la base del sovrapposto morenico non alterato: parte alta del Pian del Tivano cioè alle spalle della conca di Sormano, m. 1145; nella conca di Sormano a m. 1050; sotto e sopra Vigolo, sull'alto versante destro del Lago d'Iseo; lungo i torrenti e le strade che scendono dal Campo dei Fiori verso Comerio, Barasso, ecc., tagliando profondi solchi nell'abbondantissimo morenico; sopra Bregazzana (Varese) a m. 635 circa, non solo dove il morenico riempie doline carsiche, messe a nudo dalla strada militare, ma anche all'aperto; sopra Invorio (sopra Arona), a m. 450 (qui coperto in parte dal morenico recente, perchè siamo nella zona d'innesto dell'anfiteatro frontale con il morenico laterale di sponda) e sopra Colazza a m. 635, scoperto, ambedue facenti parte del Verbano sponda destra. Voglio cioè dire che in alcuni casi questo morenico assomiglia molto, per l'alterazione, al ferretto tipico, mentre in altri casi no, sia per la *relativa freschezza del materiale*, sia per il suo aspetto *scheletrico*, sia per una certa *abbondanza di massi anche un po' voluminosi*; tutte cose che normalmente non si verificano nel ferretto degli anfiteatri morenici frontali,

ma che non sono tuttavia completamente assenti (massi voluminosi si trovano nel ferretto dell'altopiano di Venegono, dell'altopiano sopra Castelseprio presso Varese), ecc.. Perchè è sparso e scheletrico? Le cause possono essere due: o perchè rappresenta un deposito prevalentemente di superficie, abbandonato in una fase di massima espansione, ma rapida e fugace; o perchè rappresenta il residuo di morenico dilavato posteriormente alla deposizione con eliminazione del materiale più fino.

E che poi il materiale molto spesso sia fresco, è quasi ovvio soprattutto per due cause fondamentali: sia perchè le condizioni climatiche della montagna sono certo meno adatte di quelle della pianura ad un'alterazione chimica, più, anzi, allo sgretolamento fisico; poi, perchè in molti luoghi dove anche vi fu l'alterazione chimica, il dilavamento torrentizio é stato tale (e in montagna non può essere che così) che è rimasto il materiale più grossolano, più profondo, meno alterato.

Propendo quindi a sincronizzare questo morenico più elevato con il morenico - ferretto dell'apparato frontale, che è il morenico piú esterno negli anfiteatri, cui, almeno teoricamente, dovrebbe dunque corrispondere il morenico più elevato delle sponde; e poichè il morenico-ferretto venne riconosciuto come dovuto alla glaciazione *Mindel*, mi sembra logico interpretare come *Mindel* anche il nostro più elevato.

A questa conclusione ero già arrivato nel 1939 col Pracchi, a proposito del morenico valassinese, coll'Esposti, a proposito del morenico valsassinese, e con la Fasola, per il morenico del M. Barro. Ebbi poi alcuni anni d'incertezza, evidente, pur che si consideri quanto si è detto sopra; e ora torno alle conclusioni di 15 anni fa, sia per questo, sia per altri territori che ho esaminato.

4. Morenico dei cordoni più elevati.

È caratteristico della zona appena inferiore al morenico sparso. Generalmente i cordoni si manifestano solo in corrispondenza delle alte vallette un po' svasate quasi semicircolari, di modo che si nota molto spesso tra il cordone (dalla convessità verso monte e dalla concavità verso valle, donde cioè proveniva la colata glaciale) e il monte un pianoro il cui fondo è abbondantemente argilloso o ancor oggi torboso. Raramente si trovano cordoni sugli alti pendii compresi tra un vallone e l'altro; a queste altezze, però, non si trovano, se non per eccezione, nep-

pure terrazzi; e se non c'è cordone, c'è altro morenico sparso (naturalmente collegabile altimetricamente con i cordoni collaterali). Mi sembra che ciò voglia significare che la forma di cordone dipenda : dall'abbondanza di morenico abbandonato in quel caratteristico periodo, determinato soprattutto dal tempo rilevante di stasi del ghiacciaio; dal mancato completo riempimento del vallo che separava il cordone della vicina piccola corona di monti. In qualche caso il cordone è unico; talora invece è doppio, si hanno cioè anche due cordoni in gradinata.

La distanza tra cordoni e morenico sparso talvolta è di pochi metri, talvolta invece anche di 200-300 metri ; anche la distanza altimetrica in qualche caso è anche di 100 metri, in altri casi è molto minore, in altri ancora, quello sparso è più in basso del ciglio del cordone, pur rimanendo però all'esterno di questo.

In qualche caso il suo materiale sembra arrossato per alterazione; ma in generale non vi è alcuna differenza, sotto questo aspetto, tra il morenico di questi alti cordoni e quello dei sottostanti terrazzi; abbondante è il materiale calcare prealpino.

Ritengo che questi cordoni siano da sincronizzare con le cerchie più esterne degli anfiteatri, cerchie riferibili al *Riss*.

Questo morenico, come si disse non è molto più alterato del sottostante morenico dei terrazzi che ritengo würmiani, anzi talora non mostra alcuna differenza di alterazione; proprio come accade nelle morene frontali. Donde le continue discussioni se le cerchie superficiali degli anfiteatri siano da interpretare come depositate durante un'unica o due glaciazioni; donde il continuo tergiversare e i dubbi che possono sorgere in chi sta lavorando sul terreno a questo scopo. In alcuni territori però si osservano tali e tanti probativi elementi fondati su buone basi stratigrafiche (e in parte anche morfologiche) per cui la distinzione cronologica tra le due formazioni superficiali costituenti un unico anfiteatro viene ad essere dimostrata con sicurezza o almeno con grande probabilità.

Rimane sempre, in alcuni casi quasi insormontabile, la difficoltà della distinzione sul terreno negli angoli in cui manchino particolari riferimenti di separazione ; e se questo vale per gli anfiteatri, vale anche, e forse più, per il morenico delle sponde. Perchè è vero che quasi sempre il morenico più basso è a terrazzi, anzichè a cordoni, ma è pur vero che talora esso è a cordoni; e poi, non si comprende che rapporti necessari vi possano

essere tra la distinzione cronologica e la distinzione morfologica. E non sempre sul terreno è possibile il collegamento diretto delle cerchie dell'anfiteatro con i terrazzi o i cordoni delle sponde.

Tanto più che, com'è noto, il numero visibile delle morene laterali (in gradinata) va sempre più diminuendo quanto più ci si avvicina alla zona d'origine del ghiacciaio. Anche nei ghiacciai attuali in fase di ritiro, si osserva spesso che le numerose piccole cerchiette frontali interne si uniscono ai lati formando un unico grande cordone di sponda (Gh. della Brenva).

La linea altimetrica dei cordoni più elevati va dai 1450 m. dei Roccoli Lorla ai 1376 dell'Alpe Lavadè, ai 1375 sopra Camaggiore, ai 1350 del Matòch (sotto il Monte Muggio), ai 1325 della conca tra la Cima di Cik e il Pizzo Zirlaca, ai 1296 dell'Alpe Cainallo, ai 1250 di Natre Superiore, ai 1249 dell'Alpe Lierna, ai 1120 sotto il Piano dei Resinelli, ai 750 m. del Monte Melma. Questo per quanto riguarda la sponda sinistra del Lario da Colico a Lecco, compresa la Valle di Esino in cui s'insinuava una lingua dalla colata principale.

Per la colata valsassinese i valori si mentengono leggermente più bassi a monte dell'anfiteatro di Barzio, leggermente più elevati, invece, in corrispondenza dell'anfiteatro.

Quanto alla colata della Valassina si vedrà a proposito di questa ragione.

5. Morenico a terrazzi.

Salvo alcuni casi, d'altronde non rari e causati forse anche dalla morfologia preglaciale, altimetricamente sotto i tipici cordoni alti stanno i terrazzi morenici. Le cause che hanno determinato questa forma sono parecchie: la morfologia a mediocre pendenza del versante, la lentezza e uniformità del ritiro (e abbassamento) del ghiacciaio, il rapido riempimento dei non profondi valloncelli compresi tra i primitivi cordoni morenici bassi e i verssnti del pendio montano. Che la morfologia preglaciale (intendo prewürmiana) abbia avuto una rilevante importanza nella formazione definitiva dei terrazzi anzichè nella conservazione o non formazione dei cordoni, è provato dal fatto che dove, ad altitudini corrispondenti a quelle dei terrazzi si hanno superfici rocciose piane e il ghiacciaio non è riuscito a coprire tutta la superficie e a giungere così a lambire il versante roccioso, si hanno molto spesso dei cordoni. Gli esempi più tipici si trovano:

sul versante occidentale del M. Muggio (sopra Camaggiore e a Tedoldo), al Passo d'Agueglio sopra Esino, e all'Ortanella, egualmente sopra Esino. Difficile è il computo del numero dei terrazzi, data l'abbondanza dei terrazzi certamente orografici ma rivestiti di morenico e simulanti perciò terrazzi esclusivamente morenici. Ad ogni modo la linea altimetrica dei terrazzi più alti (o dei cordoni similabili ai terrazzi) va dai 1300 m. sopra Camaggiore ai 1250 di Tedoldo (ambedue sul versante occidentale del M. Muggio), ai 1150 di Foppiano in Valle Ontragna. Degli altri si vedrà nei particolari.

6. Conclusione sulla cronologia.

Poichè mancano evidenti sezioni stratigrafiche, eccezion fatta per le due regioni di cui si è detto sopra, e poichè il grado di alterazione del morenico spesso è pressochè identico nei tre tipi sarei tentato di ritenere tutti e tre questi tipi come facenti parte d'un'unica glaciazione. Tuttavia una maggiore analisi dei fatti, come dissi sopra, mi porta a concludere che con qualche probabilità rappresentano invece tre glaciazioni, e precisamente, il morenico sparso più elevato, la glaciazione Mindel (II); quello sottostante, prevalentemente a cordoni, la glaciazione Riss (III); e quello ancor più sottostante, prevalentemente a terrazzi, il Würm (IV).

7. Provenienza del morenico.

La posizione in cui si trova il materiale morenico spiega abbastanza bene la sua provenienza particolare. Così, il *conglomerato verrucano* della catena orobica è diffuso quasi esclusivamente nella Val Varrone e nella Valsàssina: infatti qui siamo all'estremo oriente della lingua glaciale che proveniva dalle colate del centro-Valtellina e del crinale orobico. Vi è qualche eccezione; ma è solo apparente, perchè in qualche altro angolo valtellinese affiora il verrucano, per esempio nel livignasco.

L'abbondanza di materiale cristallino della zona che va dalla Val Grosìna alla Val Fontana in Valtellina, e la relativa scarsezza di serpentini di Malenco e di ghiandone del Màsino in Valsàssina, in Val d'Esino e parte orientale della conca di Lecco, inducono a ritenere che la striscia di ghiacciaio che ha interessato questi territori provenisse dal versante destro valtellinese e dalle origini alla Val Malenco esclusa.

Invece abbondante risulta il ghiandone e il serpentino in tutto il triangolo lariano, sia sulla sponda occidentale del ramo di Lecco (si pensi al famoso erratico « Sasso di Preguda » sopra Valmadrera fatto di ghiandone, e all'altrettanto sasso erratico di serpentino detto « Sasso di S. Martino), sia nella Vallassina (famoso l'erratico « Pietra Lentina » di ghiandone), sia sul versante orientale del ramo di Como (famosi gli erratici « Pietra Pèndula » e « Pietra Nairöla » ambedue di ghiandone). Quindi è presumibile che la striscia di ghiacciaio che ha interessato la parte di mezzo del territorio lariano provenisse in grande prevalenza dalle valli Malenco e Màsino, le quali hanno rappresentato certo dei forti contribuenti del ghiacciaio abduano.

1. Il morenico della sponda orientale del Lario da Colico a Lecco.

1. Il morenico del M. Legnoncino (m. 1714).

Il morenico più alto attorno al Legnoncino, secondo Penck ed altri, si trova a circa 1550 m., sul versante nord della cima. Effettivamente a questa quota si trova abbondante sfasciume grossolano che ha però tutta l'aria di essere locale perchè costituito dello stesso gneiss di cui è costituita la cima. Un pò più a monte, cioè ad oriente dei Roccoli Lorla, lungo il costone che a dossi sale, prima leggermente e poi ripido, al Legnone non ho trovato morenico sicuro (gneiss occhiadino, ecc.) se non fino a 1530 m.. A me pare che quest'altezza sia più accettabile dell'altra, per quanto la differenza sia piccola. Quindi dalle selle dei Roccoli (1426-1450) il Gh. Valtellinese in una fase di massima elevazione, quella del morenico sparso, trasfluiva in Val Varrone, ma solo per un'esile lingua e solo in questo periodo. Il Legnoncino, ad ogni modo, dai 1500 m. in su (m. 1714) rimase sempre emergente dalla colata abduana.

Un discreto cordone morenico trovasi, invece, esattamente alla Sella dei Roccoli, ed è quello sulla cui sommità si erge il bel Rifugio J. Nogara (m. 1470); il vicino sottostante laghetto (m. 1450) potrebbe essere opera artificiale, ma può essere dovuto anche a sbarramento morenico; questo cordone collega la base del Legnoncino alla base della costa quota 1568. La struttura e la forma esteriore sono quelle d'una evidente morena; il materiale però è in grande prevalenza proveniente dal più vicino

tronco gneissico della catena orobica (salvo pochi elementi di gneiss occhiadino e di diorite): quì presso forse avevano termine i ghiacciai del versante settentrionale dello spartiacque orobico più occidentale (circhi sett.li del Legnone 2609 e del Pizzo Rotondo 2495). Un secondo bel cordone, molto più dimostrativo del primo, anche perchè composto di materiale centro-valtellinese (tra cui qualche ciottolo di serpentino e altri di granito) è quello più in basso costituente il dosso 1376 dominante l'Alpe Lavadè (1302); sul vicino pendio vi sono due erratici di granito gneissico, uno grande, l'altro più piccolo, ben visibili per il loro colore chiaro sul verde del bosco, persino dal lontano Monte Muggio; e anche qui a 1360 m., si è formato un piccolo laghetto di sbarramento morenico che non è dovuto certamente solo ad opera umana. Questo cordone è coevo o è posteriore a quello sovrastante della sella? Io penso che sia coevo, che rappresentino, cioè, ambedue simultaneamente il periodo del cordone morenico più alto; fin ch'era ancora in Valtellina, in questo periodo un lembo della colata s'affacciava alla sella e quì stazionava, senza defluire, depositando la morena, mentre la colata continuava girando a tergo del Legnoncino e poi penetrando, da sud del Legnoncino stesso, nella Val Varrone, depositava la morena contemporanea di Lavadè. Quindi in questo periodo, che rappresenta l'acme del Riss, il ghiacciaio non trasfluiva più dalla Sella dei Roccoli Lorla; e ciò in contrasto con la carta dell'Haupt.

Tutto quello che sta al di sotto di quest'altezza è ricco di tracce di morenico. In particolare:

1. il grande ripiano tra 1225 e 1150 a occidente del Legnoncino è tutto in roccia viva; però sopporta tracce evidenti di morenico, tra cui: un masso di gneiss non locale, a m. 1215, appena ad occidente del Roccolo di Artesso, e un secondo erratico, certamente non locale perchè costituito di conglomerato verrucano, a circa 1275 m., presso le rovine d'una baita situata sopra il Roccolo d'Artesso.

2. Tutto il pendio compreso tra 1025 e 800 m., coperto da un grande castagneto e con prati, sopra Sueglio, è quasi totalmente in pieno morenico (prevalenza di micascisti, gneiss e graniti), da cui però affiora quà e là roccia viva. Il pendio è sotto questo aspetto divisibile in due fasce, l'una sottostante all'altra, separate da una zona scarsa di morenico, per cui si potrebbe parlare di due pendii — terrazzi morenici, uno sui 950 m., sopra il Loco Tocco, l'altro sugli 825 m. sopra Sueglio.

3. Nulla più in giù, di caratteristico, salvo una maggiore abbondanza di serpentini tra Dervio e il sovrastante Castello, le rocce del cui ripiano (m. 300) sono molto ben arrotondate e levigate.

Perciò se volessimo schematizzare, si potrebbe così concludere:

morenico sparso a 1530, sopra i Roccoli Lorla;

cordone morenico più alto a 1450, ai Roccoli Lorla e, in Val Varrone, a Lavadè 1376;

terrazzo in roccia a 1285-1215, erratici di Artesso;

terrazzo morenico a 950, sopra il Loco Tocco;

terrazzo morenico a 825, sopra Sueglio;

2. **Il morenico del Monte Muggio** (m. 1754-1799).

1. Lo sprone N O del Monte Muggio, cioè quello di Camaggiore, offre notevoli spunti al nostro argomento. Da circa 1375 il costone che scende è coperto, più o meno abbondantemente, ma sempre solo come un velo da cui spunta fuori la roccia in posto, dal solito morenico: scarso il verrucano, più abbondanti i graniti vari, non però il ghiandone, assenti i serpentini. Siamo nella fascia del morenico sparso.

Dai 1375 m. in giù si presenta, specie sul versante nord fino alla Sosta e sopra Camaggiore (1175-1150), un grandioso cordone morenico d'ostacolo (a sud affiora la roccia viva), ondulato in modo da sembrare scomponibile in 3 cordoni suborizzontali, costituenti una specie di gradinata.

Il bel Piano di Camaggiore (1130-1100 m.), detto anche Pian delle Noci, è tutto in roccia viva, e lo stesso morenico è scarso; e in roccia viva sono i piccoli dossi che dalla spianata emergono.

Scendendo sempre più non si hanno veri terrazzi di morenico; in roccia viva è il piano di Pratolungo; e dove anche vi sono bei terrazzi in roccia, raramente questi sono coperti di morenico. Serpentino si trova solo nelle regioni più basse.

Il ripiano tra conche e dossi di Pianezza (m. 384) è in roccia viva; e il famoso Sasso di Predalunga, con la croce dominante Dervio sul suo ciglio, non è trovante ma è un masso di gneiss micaceo con frequenti vene e lardellature di quarzo, nettamente locale.

Tutta la roccia gneissica-micascistosa che domina l'imponente delta del Varrone e il villaggio di Dervio è meravigliosamente arrotondata.

2. Veniamo ora allo sprone S O, cioè a quello di Tedoldo. Qui, a m. 1401, appena sopra la Sella dei Pozzi di Bassìa che separa il Matòch (1379) dal Monte Muggio, ecco un bel masso di granito chiaro, inalterato, e lì presso, qualche altro piccolo masso di diorite. È il limite massimo del morenico (morenico sparso), di circa 50 m. più in basso di quello di Camaggiore. Più in su, solo roccia locale.

Alla Sella del Matòch, a m. 1350, ecco il solito cordone morenico alto che oltrepassa la sella e scende verso la valle dei Ciarelli, obliquando, aderendo al monte, e allargandosi poi sul pendio più basso meridionale presso i Pozzi d'Onè (sopra e a N E di Lornico) dove troviamo un'immane caotica congerie di morenico, con massi talora di ragguardevoli dimensioni di graniti diversi, di gneiss e di verrucano; e così continua giù giù fino a Lornico dove si collega col materiale delle colate inferiori e posteriori provenienti da Tedoldo.

Sul Matòch (1379 m.) vi è scarsissimo morenico, salvo che nel versante nord, che, invece, di morenico è tutto rivestito.

Sopra Tedoldo appare qualcosa d'interessante. Un roccione (1239), su cui sta la cappelletta, emerge alle spalle del villaggio estivo di Tedoldo Vecchio che guarda a sud. E qui si possono oramai distinguere tre cordoni morenici paralleli e vicini, digradanti verso S E: il più alto parte di sopra il roccione 1239 e scende aderendo al versante basso del Matòch: il mediano s'allunga, più sotto, tra 1225 e 1175 m.; il più basso parte da Tedoldo Vecchio (1200) e giunge a 1145 m., Questi due cordoni più bassi hanno inizio a nord (a monte) dal ripiano 1250. Tra i tre cordoni si allungano due valloncelli intermorenici. Tutta la morfologia dimostra che i tre cordoni sono tali originariamente e non derivati da un solo cordone frazionato longitudinalmente in tre parti dalla erosione torrentizia.

Più sotto, prevalenza di roccia viva. Quà e la qualche affioramento di morenico, ma di importanza del tutto secondaria; e in questi casi la prevalenza litologica è data da graniti diversi, da qualche serpentino, da rarissimo verrucano, da qualche serpentino e da qualche raro ghiandone. Gli stessi ripiani che salgono da S. Grato (che è in roccia) al Monte Busè (1050), ripiani ondulati che possono dare l'impressione di dossi morenici, sono tutti in roccia viva.

3. Veniamo ora al versante sud, cioè a quello che guarda la Val Muggiasca. I piani più alti, così caratteristici, delle Alpi

Giumello e Chiaretto, sui 1500-1550 m., sono privi di materiale morenico e sono una notevole testimonianza di spianamenti non solo preglaciali, ma probabilmente miocenici. Qui il morenico comincia, in alto, al Monte di Narro dove, sul poggio 1309, chiamato Sass de la Braga, sta un bel masso di verrucano; è il più alto erratico del versante sud. Però altri erratici s'incontrano, di pochi metri più in basso, nella vicina alta Valle Asciutta e per tutti i sentieri che conducono all'Alpe Corima e poi su all'Alpe Sasso Nero, nell'alta Valle della Madonnina, a m. 1200: sempre granito e verrucano. Anzi qui si trovano ancora piccoli massi di granito fino a m. 1250, e precisamente sul sentiero alto che conduce dall'Alpe Sasso Nero all'Alpe Intelco, e poi all'Alpe Ortighera. Altri grossi massi di granito mi riferiscono che vennero alcuni anni fa distrutti per venire utilizzati per il Monumento ai Caduti del sottostante villaggio di Indòvero. Più sotto non si notano particolari cordoni morenici, nè terrazzi esclusivamente morenici.

4. Siamo oramai a N E, e cioè sul costone dell'Alpe Ortighera. Qui nulla si trova scendendo dal tipico costone della Sosta Chiaretto. Il primo accenno è dato da un bel masso morenico di verrucano, appoggiato quasi ad un albero, detto Sass de Urtighera, appena sopra l'Alpe d'Ortighera, cioè a circa 1295 m.; più sotto, i massi aumentano di numero, con molto granito, ma il pianoro di Ortighera è tutto in roccia viva.

5. Per la Valle di Casargo (700-925 m.), che mette in comunicazione la Val Varrone con la Val Muggiasca (= tronco inferiore verso Bellano della Valsàssina) e che, come tutta l'alta Val Varrone fa parte integrante della regione storica chiamata Valsàssina, nulla di speciale quanto al morenico. Questo è sparso un pò dovunque; ma il fondo è tutto in roccia viva, a dossi arrotondati, al nord, dove la valle è sospesa con un unico salto di 250 m. sulla Val Varrone; profondamente intagliato, a sud, da numerosi torrenti, dove il fondovalle è quasi sospeso sulla valle del T. Pioverna per 300 m., sia pure a pendii e gradini anzichè a ripido unico salto. Si può vedere un bel profilo di morenico solo dietro le case ultime di Somadino, salendo a sinistra (m. 875): grossi massi di verrucano e più piccoli di granito. Null'altro di notevole. È però evidente che questa valle-sella venne percorsa dalla colata del Lario-Varrone anzichè da quella del Lario-Muggiasca.

Si può perciò giungere alle seguenti cenclusioni:

il morenico sparso va dai 1450 sopra Camaggiore, ai 1401 sopra il Matòch, ai 1309 del Monte di Narro, ai 1295 dell'Ortighera, ai 1250 sopra l'Alpe Sasso Nero.

Il cordone morenico più alto va dai 1375 sopra Camaggiore, ai 1350 del Matòch;

un altro cordone morenico va dai 1300 sopra Camaggiore, ai 1250 di Tedoldo;

un terzo cordone morenico va dai 1270 sopra Camaggiore fino ai 1225 di Tedoldo:

un quarto cordone morenico va dai 1250 sopra Camaggiore, ai 1200 di Tedoldo.

Questi cordoni, poi, si perdono, al di sotto di 1100 m..

4. Il morenico nella Valle di Ésino (e dintorni).

Nella Valle di Ésino il morenico è molto abbondante ed alquanto caratteristico. Esso interessa tanto la Valle Vigna quanto la Valle Ontragna, ambedue confluenti sotto Esino. Poco si può dire per il tratto che va da Ésino alle sbocco nel Lario, anche perchè l'area di sbocco interessa più direttamente la sponda orientale del Lario (Vedi).

1. *Valle Vigna.* In alto, il solito morenico sparso e scheletrico. E precisamente: nella conca del Monte la Porta sbarrata dal cordone morenico più alto, a circa 1280 m. (ma nulla sulla sella che guarda in Valsàssina, a 1330 m.); abbondante sui dossi spartiacque del Passo Cainallo, fino a 1352 m. (il morenico scende in Val dei Molini ma, sembrami, per tracimazione della lingua di Ésino); altro morenico nella conca sbarrata dal cordone morenico più alto di Natre Superiore, in Val di Cino, conca chiamata Redònd (= rotondo), a 1290 m. Di quì il morenico sparso è seguibile per il sentiero che, passando da Boldasca, gira, poi, sotto la costa di Rosè, in Valle Ontragna. È strano che manchi sulla cima del San Defendente, cima che domina dal nord l'entrata in valle, alta m. 1325, cioè ad un'altitudine inferiore, sia pure di poco, a quella del morenico sparso più elevato nell'interno; ma ciò è spiegabile almeno parzialmente, con la ripidità dei pendii della cima sui quali il morenico non ha potuto fermarsi.

Quattro sono i cordoni morenici ptù elevati, quasi fra loro collegati ai lati, altimetricamente poco più bassi dello sparso

sovrastante; e precisamente: quello che sbarra la conca del Monte la Porta, a m. 1275, caratteristico per la conca sbarrata, che s'affonda per 15 metri senz'acqua ma con due emergenze di morenico più esterno. Poi uno a cira 1290 m., appena sotto la sella che separa il Pizzo Zirlaca dalla Cima di Cik. Imponente è poi quello del Piano del Cainallo, su cui sta il nuovo Rifugio-Albergo Gilera, a circa m. 1275, con argille lacustri, nella conca, sostenenti le baite dell'Alpe Cainallo. Poi, ancora, quello dominante l'Alpe Natre di Sopra, a m. 1270 con la conca (= Redònd) alle spalle, per salire in Val di Cino. In tutti questi cordoni vi è una certa prevalenza di calcari, cosa che non è per il morenico sparso.

Più sotto si stendono molti ripiani che sembrano in gran parte morenici, fino a 850-900 m., cioè all'altezza di Esino paese. A questo gruppo appartiene il cordone morenico di Agueglio (Passo), a m. 1175.

2. *Valle Ontragna*. Una certa quantità di morenico sparso si adagia non solo sul Monte delle Foppe (m. 1093) ma anche sul Monte Parolo m. 1203. Esso è rappresentato da gneiss, graniti, dioriti; pochissimo verrucano, poco serpentino, qualche ghiandone; e giunge fin oltre l'Alpe Lierna fino a 1280 m. per lo meno. Anzi, più sopra, al Passo dell'Alpe Lierna, a 1350 m., si trova ancora morenico alpino sparso. È però necessario distinguere: nulla d'importante, data la loro altitudine non rilevante, per quello di M. Foppa e del Monte Parolo; invece i depositi sopra l'Alpe Lierna rappresentano realmente il morenico sparso più elevato, però deposto dalla lingua d'Ontragna quello appena sopra l'Alpe, deposto dalla vera colata lariana quello del Passo al quale la colata principale appena s'affacciava, senza trasfluire verso Ontragna.

La Forcella di Callivazzo (1410) è priva di morenico.

Più sotto ecco il bellissimo cordone su cui sta l'Alpe di Lierna, a 1249 m., cordone tagliato dal torrente Ontragna, come l'imponente semicerchio morenico del Cainallo è vigorosamente tagliato dal T. Vigna. Non infrequenti sono gli straterelli d'argilla frammisti a morenico abbondantemente calcare. Fu forse un lago, ma rapidamente svuotatosi per facile erosione della barriera.

Poco più sotto, ecco un altro cordone morenico (a circa 1230 m.), e, successivamente, per lo meno due ripiani morenici, uno a

1150 m. quello dell'A. Foppiano forse sincronizzabile con il cordone dell'A. Agueglio, 1162, un'altro a m. 1075 e altri ancora più sotto, ma non ben distinguibili nè per forma, nè per la struttura, nè per l'origine.

Caratteristico è, invece, il bel Piano di Ortanella le cui acque confluiscono con quelle di Ontragna sotto Ésino. Qui troviamo:

1. un bel cordone sbarrante la conca alta della tranquilla valletta (probabilmente carsica con doline) che scende da San Pietro, a m. 990, simulante una lunga dolina, ma tutt'attorno fasciata di bel morenico;

2. Un altro cordone, a m. 975, nella conca più sotto, verso Ortanella.

3. Sul vero Piano di Ortanella: una morena a m. 945, convessa verso oriente, di provenienza certo direttamente lariana, attraverso la sella che scende al Lario (Prato di Spino), cui s'appoggia una pozza d'acqua; una morena a m. 965, appoggiata a un dosso roccioso, che scende lento verso ovest e cioè verso Ésino, di provenienza da Ésino.

Queste due ultime due cerchie sarebbero forse quasi coeve, ma appartenenti a due fronti vicine ma distinte (Lario e Ésino). Invece le altre (di cui però quella a 975 è dubbia perchè forse nasconde una sporgenza rocciosa), sarebbero leggermente anteriori.

Dei terrazzi sopra Vezio, alcuni sono in roccia viva, parzialmente coperti da morenico (per es. quello di Vezio); altri, invece sono nettamente morenici o fluvio-glaciali (p. es. quello sui 400 m. e quello sui 300 m. tra Olivedo e il Castello di Vezio).

3. Nella regione del *Monte Albìga* si possono osservare altri interessanti fenomeni.

Morenico sparso si trova sul lungo ripiano roccioso sui 1200 metri. Due bei cordoni, più sotto, tra i 1000 e i 1025 metri, dove si trovano alcune baite dominanti le case di Bologna. Ma più tipici sono ancora due cordoni morenici a m. 850-875 presso il Rifugio del Monte Albiga (dove però anche la roccia viva calcare affiora in molti posti determinando belle doline).

Più sotto, bel morenico trovasi a Gisazio (607) e nel piano di Regoledo (434), come a Gittana (320). Non ha potuto, tuttavia riconoscere alcunchè di particolarmente schematizzabile.

4. Sul versante lariano *sopra Lierna* il morenico sparso raggiunge, come già si è detto i 1350 m. al Passo dell'Alpe

Lierna, per quanto il ripido versante sottostante sia quasi privo di morenico. Già si è parlato dei cordoni di San Pietro. Poi lo si ritrova sopra al Verdascia, sella che è compresa tra La Tagliata e la Cima di Pianca, fino a circa m. 1275 (blocchi di gneiss e terriccio derivato da micascisti). Poi, ancora, con qualche masso di ghiandone, a ovest dello Zucco di Sileccio, a circa 1210 m.

5. Il morenico in Val Meria.

Credo che le due sentinelle più elevate, con morenico sparso, all'entrata della Val Meria, quì siano: la sella-ripiano a quota 1165, a tergo del Zucco di Misèola, sul versante destro; la sella-ripiano a quota 1110, compresa tra il Monte Malavello e lo Zucco Portorella, sul versante sinistro. Assenti i blocchi di ghiandone; invece blocco di serpentino. Penetrando in valle, sul versante destro il morenico alto scende dai 1165 del Misèola ai 1100 m. del Zuc Bellària, discende a 1080 m. sopra Cà di Angiolit (Prà Vescovin); le ultime tracce si vedono presso il valloncello che scende dal Cima di Eghen. Nulla di morenico (alpino) all'Alpe di Callivazzo. Portandoci sul versante sinistro, il morenico piú alto si trova presso l'Alpe della Cetra a circa 1095 m. Poi sopra la Gardata fino a circa 1070 m.; poi ancora sotto lo Zucco Pissavacca, anche quì a circa 1070 m. Più in dentro, nella valle dell'Acqua Bianca, sopra Rovescala, ma non oltre i 950 m. E quì in genere è rarissimo il morenico, data l'asprezza della valle. Quindi la colata penetrando nella Val Meria discendeva, ma non di molto, dai circa 1170-1100 ai 1095-950. E forse negli angoli più interni la fronte veniva a contatto con le fronti delle colate locali che scendevano dal Vallone di Prada, dalla conca S O della Grigna Settentrionale e dai canaloni N O della Grigna Meridionale. Anzi, tra l'A. Callivazzo e la Valle del Sasso Cavallo vi sono dei depositi di detrito locale che arieggiano come forma a morene anche se il loro basamento è certamente in roccia viva.

Nell'alta Val Meria troviamo l'unico deposito morenico alpino d'un certo spessore esattamente a La Gardata, m. 980; forse è un lembo del morenico che altrove assume l'aspetto di cordoni e di terrazzi. Invece a valle della confluenza i terrazzi morenici sul versante sinistro non sono rari. Quello di Valbiga, a m. 500 è certo il più caratteristico; un po' meno e più limitato è quello a 450 m. appena sopra Rongio.

Notevole è la morfologia a terrazzi della regione di sbocco della Val Meria sopra Mandello.

Allo sbocco della Val Meria (Mandello) possiamo osservare quanto segue:

1. il morenico sparso più elevato, arriva alla Sella di Malavello da una parte (1110) e alla selletta tra il Zucco di Misèola e il sovrastante Zucco Sileccio, a circa 1165 metri; i cordoni morenici e i terrazzi morenici più elevati non corrispondono altimetricamente a quelli della serie normale per l'asprezza del monte che ne ha impedito il deposito, per cui queste formazioni si trovano solo a circa 600 m. (sopra Valbiga), poi a Valbiga (500 m.) e poi, più in giù, a Rongio. Quest'ultimo terrazzo nettamente morenico, é intagliato dal fiume. Sotto s'allarga d'ambedue le parti il più alto cono di deiezione-delta, di cui è rimasta traccia in un ripiano di conglomerato grossolano, con superficie a 300 m; più sotto, a 275, s'allarga un altro ripiano alluvionale, pur esso residuo d'un posteriore conoide-delta; finalmente sul fondovalle, a 250 m. siamo sul delta appena precedente all'attuale, il quale ultimo scende dai 220 m. di Tonzanico ai 199 m. del livello del lago. Sembra quindi di vedere per lo meno 4 conoidi, incastrati l'uno nell'altro compresi tra i 300 m. e il lago.

In ogni caso, anche il morenico non è scarso (Luzzeno, ecc.). quasi sempre però coperto dal materiale delle conoidi alluvionali. Di fronte, poi nella destra, la superficie è interessata da per lo meno 7-8 terrazzi d'aspetto e struttura molto varia. Alcuni sono certamente e totalmente in roccia viva; altri in roccia ma rivestiti di morenico e di fluvio-glaciale; nessuno, mi è sembrato in solo morenico. Ecco i terrazzi: Dosso Vignasca-Bornico (m. 400); Sonvico (380); Somana (350); Pozzo Erna (340); sotto Camnasco (320); Gorlo (290); poi vengono Palanzo (250) e la regione propriamente deltizia attuale. Il collegamento tra le sponde opposte potrebbe dare interpretazioni arbitrarie. (Bornico-Rongio sui 400; Somana - piccolo ripiano Sotto Rongio sui 360 m.; sotto Camnasco-Luzzeno sui 320 m.; Gorlo-sotto Luzzeno sui 290 m.).

6. Il morenico da Abbadia a Lecco.

Tutto il territorio, fatta eccezione dell'ultimo tratto a pareti dolomitiche, è occupato dal pendio che dai Piani Resinelli scende alla sponda lacuale. Su questo pendio troviamo i seguenti elementi:

1. morenico sparso e scheletrico fino a 20-80 metri più in su dei cordoni alti di cui ora vediamo, e in corrispondenza soprattutto di questi.

2. Cordoni alti, veramenti belli e dimostrativi, in numero per lo meno di tre, e precisamente: la collina arcuata appena sotto le Alpi del Ram, separata dall'analogo dosso morenico di Pra Bèvera; anzi questo cordone forse si univa un tempo al morenico sopra Colonghèi che ha però un basamento nettamente roccioso. Poi il bellissimo cordone di La Massa a 1120 m., segnata sulle carte col nome di La Moia. Ancora più bello, ma coperto da bosco, è il cordone dei Ponzè a 1126 m. che s'allunga a sbarrare il Prato della Nave, compreso tra il cordone e il sovratstante pendio roccioso. Più sotto, non vi è più nulla di caratterisico.

Nella Val della Farina e confluenti (p. es. Val Verde) non mi è riuscito di trovare morenico. La ripidità ha impedito un deposito notevole e ha favorito l'eliminazione di quel poco che vi può forse essere stato deposto.

Invece notevole morenico con begli erratici, non però in cordoni, trovasi attorno all'ex-Convento di San Martino fin circa sugli 850 metri.

7. Il morenico nella conca di Lecco.

Nella conca di Lecco, intesa questa in uno spazio alquanto esteso che va dal Monte Rai al Morigallo al S. Martino al Melma al Resegone, si hanno i seguenti elementi:

1. La linea del morenico più alto, sparso e scheletrico è elevata verso occidente, più bassa verso oriente, cioè lungo la sponda sinistra della colata glaciale. Infatti, ecco i dati estremi: m. 1030 m. alla Colma dei Corni (abbandonato dal ramo Valmadrera della colata lecchese e non da quello vallassinese introdottosi nella Val Ravella ma fermatosi a metà di questa, cioè a non sopra gli 825 m.); m. 1150 alla Sella di Sambrosera, tra i Corni di Canzo e il Morigallo (abbandonato dal ramo Valbrona della colata lecchese, prima che questa giungesse nella conca lecchese; ramo che a questa sella s'affacciava dal nord sospesa sulla ripida Val Boa di Sambrosera in cui invece il morenico del ramo Valmadrera non superava i 1000 m.); m. 1000 sopra il famoso erratico chiamato Sasso di Preguda, lungo il sentiero che da qui sale al M. Morigallo; m. 890, nella selletta appena sotto la cima del M. Barro, al nord; 800 m. a nord del M, Melma, verso Ballabio Inferiore; 800 m. del sentiero che sale da Ballabio Inferiore alla Valle Boazza (per Morterone); 800 m. sul pendio meridionale del M. Melma (e scende sempre sparso e in qualche

punto, anche alterato alquanto fino a 700 m.); 750 a Costa, presso la Capanna Stoppani; a m. 700 sul grande piano di Versasio, alle falde occidentali del Pizzo d'Erna, ma anche forse più in su, mascherato da grandi frane locali; da ultimo, 750 m. sopra il Campo dei Boi, alle falde del Monte Magnòdeno.

Famosi sono in questa regione alcuni massi erratici. Ne nomino due:

il Sasso di Preguda sopra Valmadrera, di ghiandone, a circa m. 650; e il Sasso di San Martino, più comunemente chiamato Sasso di Pramasca o Sàss Nêgher. Sopra S. Martino di Valmadrera, lungo il sentiero che da S. Martino o da Trebbia sale al C.no Birone; è a circa 425 m. ed è di serpentino-scisto rosso-nero di Val Malenco.

Ma come vedesi, trattasi sempre di erratici non facenti parte della fascia del morenico sparso, bensì di depositi sottostanti e posteriori.

2. Di cordoni morenici non si può parlare se non per le falde NE del Monte Barro, per il piano di Versasio e, molto meglio per il Monte Albano e, forse, per la conca di Valmadrera.

a) *Monte Albano*: il cordone morenico più alto è a m. 600, ed è ben segnato dal rilievo; questo cordone, sia pure interrotto a più riprese, lo si può seguire fino al Ristoro di Ballabio Inferiore, e cioè a m. 650, dove il cordone, essenzialmente fluvio-glaciale, ma in parte anche nettamente morenico, costituito di materiale molto frescó, tanto che sono state ricavate numerose cave, sale da ambo i versanti della valle fino a quasi 675 m. Ora tutto il pendio del Monte Albano fino a S. Giovanni alla Castagna è interessato da numerosi terrazzi superficiali. Se ne potrebbero distinguere, ad esempio, per lo meno 6-7, rispettivamente alle seguenti altitudini: 601, il cordone più alto: poi 575, 550, 535, 525, 400, 325: e forse per lo meno ancora un altro a 250 m.

Ma qui, ben più interessante è qualche altro fatto. Il versante destro della fascia di Laorca (T.te Gerenzone) mostra due tipici terrazzi. Quello alto é strutturalmente costituito di una breccia essenzialmente dolomitica, molto cementata priva di elementi alpini e perciò probabilmente preglaciale, o, meglio nei periodi in cui le colate non giungevano alle altitudini in cui giunsero dopo; il tutto proveniente dalle sovrastanti pareti del Coltignone e del San Martino. Numerose grotte sono in essa scavate (presso il Viale Rimembranze di Laorca, Madonna di

Lourdes, presso il Cimitero, ecc.). Frequenti lembi di breccie simili si trovano anche salendo da S. Egidio (Val Caldone) al Monte Albano. Questa formazione, mentre sale dolcemente verso l'alto, manifesta pareti precipiti verso il filo delle valli; ciò potrebbe dimostrare che dalla sua deposizione ad oggi è avvenuta una escavazione profonda nella stessa formazione la quale poggia probabilmente sopra le argille di Malavedo (numerose sorgenti alla base tra Vignola e Malavedo). Invece il terrazzo basso, percorso dalla strada che da Laorca sale a Ballabio, è costituito di un tipico conglomerato alluvionale: materiale grossolano, poligenico (alpino e prealpino), con stratificazione evidente. Sul versante sinistro, e cioè sotto il Monte Albano, questo conglomerato poligenico appare solo da sopra Malavedo in giù e prosegue per per oltre 500 m. E qui all'ex-cava d'argilla al capolinea della Filovia, vi è un profilo che ci interessa molto.

La parte alta è costituita dal tipico morenico recente: è il morenico del Monte Albano. Questo poggia su un lungo, ma non potente banco del tipico conglomerato che gli sta di fronte (Laorca). Questo a sua volta poggia su strati d'argille sabbiose, con morenico fangoso, ricco di ciottoli striati. Siamo quindi di fronte allo stesso complesso della Valsàssina, di cui forse rappresenta la normale continuazione: günz alla base, I interglaciale sopra, morenico recente ancor più sopra. Sembra anzi, dalla morfologia, che quasi tutto il fondo della Val Gerenzone (da sotto Malavedo fino al km. 5) sia costituito di queste argille lacustro-glaciali. Stoppani parla, naturalmente, di queste argille, ma non avendo approfondito di proposito la questione, le interpreta come un residuo di lago dovuto a sbarramento glaciale; d'altronde a quei tempi non si parlava ancora della pluralità delle glaciazioni. Così dicasi di Mariani, che però aveva intuito nelle sottostanti argille un glaciale precedente all' ultimo.

Di età certo recentissima è il cono di deiezione di Val Calolden in cui è è scavata una cava di ghiaia; sotto di esso pare di intravedere uno strato di argilla plumbea con morenico (günz?).

b) *Piano di Versasio.* Massi sparsi sui 700 m., come già si disse sopra. Nulla sul dosso di C.na Bruciata (m. 602), tutto di materiale dolomitico non franato dal P.zo d'Erna, ma in posto. Volendo sottilizzare qui si potrebbero scorgere quattro piccoli terrazzi morenici tra 625 e 550 m. (600, 575, 550) appena a sud est di Versasio; ma esaminando i fatti un po' più in generale,

si può parlare di tre soli terrazzi morenici più grandi corrispondenti alle altitudini 625, 525 (Versasio, che continua con i 500 di Malnago), 450 (sopra Prato Rubino), che continua con i 400 di Falghera e con i 425-450 della C.na di Cima. Ma qui la presenza d'abbondante tenero raibliano in loco può indurre in molti errori quanto a terrazzi. All'ex-laghetto del Neguccio non v'è alcun apparato morenico.

c) *M. Barro.* Il versante del M. Barro che guarda verso Lecco è interessato da un certo numero di terrazzi, i quali però sono dovuti a cause le più diverse. A 450-500 m. vi è il bel ripiano del Pian Sciresa; e questo è tutto in roccia viva, e al più si potrebbe interpretare come un resto di fondovalle pliocenico, similabile perciò al piano di Versasio compreso tra i 475 e i e i 550 m. e alle ondulazioni del Roccolo Rusconi, pure sui 500-525, sotto il campo dei Boi. Sui 400 metri si allunga un piccolo terrazzo essenzialmente morenico. Sui 350 m. si stende il largo ripiano di S. Michele, coperto di molta morena, ma con base certamente rocciosa. Sui 275 m. si allunga un bel cordone costituito di morenico e di fluvio-glaciale e diretto verso Malgrate. A 240 m., finalmente, il Barro è fasciato da una bella diga morenica, però visibilmente appoggiata e sovrapposta a roccia viva. Ciò è tutto ben visibile da Laorca.

d) *Conca di Valmadrera.* Certo sopra Gianvacca si notano terrazzi morenici sui 300-350 m.; ma sono troppo piccoli e troppo frammisti a emergenze rocciose perchè ne possiamo stabilire delle serie. Piuttosto si possono ricordare due terrazzi morenici alti, sopra S. Tomaso, e cioè, uno a circa 700 m. e uno a 625 m., ambedue sul costone che separa la Valle del Gattòn dalla Val Molinata.

Più ad occidente, il morenico sparso più in alto arriva a m. 750 sopra San Pietro. Una grande quantità di erratici (serpentini, gneiss, ghiandone) si trova sul ripiano 630 sopra il Dosso della Guardia.

2. **Il morenico nella Valsàssina.**

Per comodità di lavoro, intendo per Valsàssina tutta la valle che va da Bellano a Lecco passando per Pasturo. Perciò, sempre per comodità di lavoro e nonostante la presenza di due opposte idrografie (notevolissima quella che scende a Bellano, minima

quella che scende a Lecco), intendo per versante sinistro quello aderente al gruppo di monti che va dal Monte Muggio allo Zuccone dei Campelli e al Zuk Due Mani.

1. *Il versante sinistro.* Il morenico raggiunto dal ghiacciaio in una fase di massima espansione non è ben seguibile da Bellano a Primaluna, nel primo tratto perchè la costiera rocciosa non supera i 1300 m., e si ha perciò motivo di ritenere, in base ai dati della sponda opposta del Muggio in cui il morenico più alto si mantiene superiore ai 1300 m., che queste cime fossero totalmente coperte dal ghiacciaio (vedi quanto si è detto, però, per il San Defendente, m. 1309); e nel secondo tratto perchè il pendio è troppo ripido. Certamente d'altronde, almeno due ghiacciai locali debbono avere occupato i due valloni che scendono dal nord della Grigna Settentrionale: quello del Moncòdeno, che doveva essere alquanto rilevante; e quello dello Zapello occupante il ripido canalone che dal cosidetto «Nevaio» scende al piano di Primaluna, canalone che nella parte più alta, detta appunto «Nevaio» fino a pochi anni fa era in permanenza occupato da un esteso campo di neve. Non mi è riuscito di trovare tracce di questi ghiacciai locali: spessore elevato della colata valtellinese ripidità dei valloni discendenti dalla Grigna Settentrionale sono le cause fondamentali della mancata sedimentazione di morene o della rapida loro demolizione.

Sicuro o abbondante morenico si incomincia a trovarlo, in alto, a Piazzo, sopra la lunga sospesa conca di Nava, a 1100 m. Non lo si può poi seguire bene tra i numerosi valloni; ma pochi metri sotto il passo della Cornisella (sopra Pasturo) e cioè a m. 1040, il limite alto lì è sicuro.

Il vicino altopiano carsico di Bruneno - Alghero è cosparso di radi ma caratteristici blocchi morenici di materiale alpino. Qualche elemento si trova raccolto sui muriccioli dove i graniti e gli gneiss spiccano sui blocchi di calcare cariato. E tutto ció fino a circa 1030 m. La lingua glaciale non doveva qui essere molto potente perchè il ciglio dell'altopiano si aggira sui 1025 m. Tra tutti gli erratici è notevole il Sasso del Peccato, a m. 1015, segnato anche sulla carta topografica, gigantesco masso di verrucano, sostenuto (apparentemente?) da blocchi di calcare locale. Il morenico sparso scende poi ai m. 900 del Pizzèt a agli 860 m. sopra le Stalle Gorio. Entra nella valle dei Grassi Lunghi abbassandosi a m. 815, qui venendo quasi a contatto con un deposito

indubbiamente morenico, tutto composto di materiale locale, costruito perciò da un ghiacciaio che scendeva alimentato dalle due conche sottostanti alle due Grigne. Bisogna però dire che nei due valloni confluenti non si trovano poi traccie di morene stadiarie, come ci si potrebbe ragionevolmente attendere. Il morenico sparso continua ancora lungo l'aspro e piatto corridoio che congiunge Balisio con Ballabio. Sopra le paretine molto ripide di dolomia principale e nei canalini che ne intaccano la compagine, il morenico non è abbondante ma neppure scarso; nè forma, naturalmente, cordoni. Si mantiene sugli 800-850 m. La valletta che da Ballabio Superiore sale a Piazza è priva di morenico, per quanto sui 760 m.: ma si comprende, data la sua posizione protetta. Invece è alquanto abbondante, lungo la strada che sale ai Resinelli e la mulattiera che l'attraversa, fino a 820 m.; così lo si ritrova a Piazzola, presso il limite della conca di Lecco, sugli 815 m. Poi solo a 780 m. sotto Lagarèl, ma ancora a 800 m. sul versante nord del M. Melma.

Al di sotto di qnesta linea, si allungano *cordoni* e si stendono *terrazzi* morenici in serie multipla.

Presso le Stalle di Nava, a circa 1000 m. si nota un bel cordone morenico che scende verso SE, da cui la roccia viva, tuttavia, spunta frequentemente. E sembra di osservarne altri, paralleli, ma dubbi.

Per trovare un'altro notevole accenno di cordone bisogna giungere al dosso delle Stalle Gorio a circa 830 m.; sotto il quale, anzi, si notano 3-4 bei terrazzi, parzialmente morenici digradanti da 810 a 780 a 700 a 650 m. verso la Pioverna Poi, da questa parte, più nulla fino a Ballabio Superiore dove i bei profili che si incontrano appena entrati nella strada che sale ai Resinelli si potrebbero interpretare, penso, come testimonianza di questi cordoni rissiani, ma di provenienza lecchese.

2. *Sul versante destro.* Quanto al monte, chiamato il Cimone di Margno, ecco i risultati.

Sopra la Val Casargo, i pianori più alti stesi sui 1400-1500 m. non vennero interessati dal glaciale, e sono probabilmente da collegare a quelli sui 1500-1550 del Monte Muggio. Il morenico più alto trovasi a circa 1225 m., sopra il piano delle Stalle Piazza: è sparso ed costituito in prevalenza di verrucano. Da notare che questo non può essere materiale locale perchè il verrucano in posto lo si trova solo verso l'Alpe dell'Oro e la topografia dimo-

stra che da quest'alpe lo sfasciume non può esser giunto alle Stalle Piazza.

Il sottostante piano delle Stalle Piazza di fuori (1287) tutto in roccia viva, è scarso di morenico. Più sotto, il morenico è abbondante, ma non forma mai nè ripiani nè cordoni.

Veniamo ora a SE, oramai in piena Valsàssina.. Il morenico più alto e sparso, qui trovasi a Piazza Bruno Alta, con ciottoli sparsi di granito e gneiss che non superano i 1120 m. Ma morenico trovasi evidentemente anche più in basso a Piazzapèr 1026. E salendo dall'Alpe Moro Bassa alla Alta e fino a 1125 m. il morenico è pure abbondante (ciottoli arrotondati di graniti diversi e di diorite). Così dicasi della quota 1030 sopra l'Alpe Crevesto di Sopra. Anzi qui è possibile vedere (finalmente!) più di una formazione: il alto, a 1030 m., sui prati, il solito morenico sparso. Poco più in basso, a 1010 m. un bel cordone morenico che scende ripido verso SE. In questo vi è una bella sezione: prevale la diorite locale, ma vi è pure abbondanza anche di altro materiale alpino (gneiss, graniti vari, ecc.); assenti il ghiandone e il serpentino.

Più sotto ancora, vi sono altri 2-3 cordoni morenici che richiamano quelli di Tedoldo sotto il Monte Muggio: siamo oramai a m. 900. Più sotto, poi, è tutta una congerie di detriti locali, arrotondati o no, fino alla Corna del Peccato, aspro e acuto dossetto roccioso emergente a circa 810 m., indicato anche sulla Tavoletta, ma senza nome.

Più avanti, almeno in un certo periodo vi doveva certamente essere la congiunzione del Gh. di Biandino col nostro; ma non ho finora trovato tracce sicure nè di confluenza, ne di fasi stadiali di ritiro. Morenico sparso poi fino a 1100 m. nella Valle di Nava per salire al Piano di Bobbio, e precisamente alla base del prato di Corda Inferiore; poi, sopra Barzio verso C.na Colagro, fino a circa 960 m.; poi a tratti sopra Concenedo, sopra Moggio lungo la strada che sale verso lo Zuccone dei Campelli, a circa 910 m.; poi appena sopra il piano di Mezzacca, poi sotto Ussola e sopra la strada che da Maggio sale alla Colma di S. Pietro fino a quasi 900 m.; poi ancora, poco a monte del dosso duplice morenico roccioso che sembra sbarrare lo sbocco della Valle Dongoli verso Maggio e della Valle Desio (Valle del Lupo) verso Casere di Maggio, a circa 900 m. Poi si entra nel corridoio tra Balisio e Ballabio; e anche qui come sulla sponda di fronte, ecco tracce di morenico nei canalini e sui piccoli ri-

piani delle torri in dolomia principale, fino a 850 m. sotto C.na Nuova, e sopra Prà della Chiesa, verso gli 820 m. sopra la Cassina del Vento, ecc. Tracce si trovano anche alle falde del Monte Due Mani, sempre verso gli 800-820 metri, fin che l'ultimo, al limite della conca di Lecco, lo si trova a circa 800 m. lungo il sentiero che da Ballabio Inferiore porta in Val Boazzo per salire a Morterone.

Il *cordone* più elevato è quello situato a circa 890 m. tra Cassina e Maggio. Caratteristici sono anche quelli che da Tonalli scendono a coppia, verso Casere di Maggio e verso Balisio (fermandosi il più alto sopra gli 800 metri).

Il dosso di Concenedo, chiamato « Cantello » non è solo morenico, e perciò si può, solo per il cappello superiore, collegare con il cordone più elevato. Infatti l'ossatura è essenzialmente costituita d'un calcare dolomitico cariato, mentre la copertura è di materiale alpino. Può darsi che si debba trattare magari d'una morena derivata parzialmente da frana locale.

Sotto lo Zucco Angelone vi è una caratteristica regione terrazzata, abbondantemente coperta da morenico, tanto da poter lecitamente ritenere trattarsi di veri e propri terrazzi morenici o collegati direttamente col fenomeno glaciale. I terrazzi sono scaglionati a 800, 725, 675, 600 m. Questi terrazzi si possono poi collegare ai numerosi nei quali è frazionato l'altopiano di Barzio-Cremeno-Maggio.

1) Quello di 800 si collega al piano di Cremeno, cascine inferiori di Cassina, Maggio, ma si abbassa anche nel grande piano di Barzio;

2) quello di 725 si collega con i lembi più bassi del piane di Barzio;

3) quelli di 675 e di 600 si limitano a correre alle falde dell'altopiano.

Il materiale morenico è sempre rappresentato da rocce granitoidi, rarissimo il ghiandone, raro il serpentino: sono le rocce tipiche dell'alta Valtellina, varsante destro, dalla Val di Dentro alla Val Fontana. In molti punti, poi i terrazzi si presentano in prevalenza di fluvio-glaciale ben stratificati sia pure con interstrati o copertura nettamente morenica.

Ma la ricostruzione mi sembra molto artificiosa e, vorrei dire arbitraria. Perchè salvo i due piccoli angoli agli estremi sotto le Stalle Gorio (Balisio) e sotto lo Zucco Angelone, in cui si possono vedere 4 evidenti terrazzi, e salvo la fascia di Pasturo per

nulla terrazzata, tutto il resto si può dire sia un grande ripiano il cui ciglio è 725 m. e la cui linea più alta si aggira tra i 760 e i quasi 800 metri. É quello che meglio si collega al fondovalle del piatto vallone che congiunge Balisio a Ballabio.

A sua volta questo altopiano venne eroso nella sua compagine dai torrenti in modo che ne risultarono qua e là dei dossi simulanti morene, come quello che emerge dall'altopiano per una ventina di metri quasi sul ciglio alla latitudine pressochè di Cremeno; e venne terrazzato dal T.te Pioverna in irregolari ripiani in gradinata che scendono da Maggio verso il fondovalle e che quasi fronteggiano i tre delle Stalle Gorio (evidente è quello sui 650 m., il più basso). Ma nella conca di Barzio, più che il morenico superficiale, di cui tuttavia sono notevoli le conclusioni guardanti il limite alto del morenico sparso e il collegamento dei cordoni più alti, è importante la struttura dell'altopiano.

Da quanto si è detto, si potrebbe così concludere:

1) Poichè la linea del morenico alto della Valsassina si collega molto agevolmente con quella analoga della conca di Lecco (a circa 800 m.), se accettiamo l'ipotesi alquanto plausibile che questo morenico sparso più elevato rappresenti la glaciazione Mindel, si può concludere che nel Mindel l'anastomosi delle due fronti, Valsassina e lecchese, era completa e avveniva molto probabilmente lungo il Cañon di Balisio.

2) Poichè il cordone più elevato valsassinese si ferma sopra la sella di Balisio, e quello lecchese sopra Ballabio, se accettiamo l'ipotesi alquanto plausibile che questo cordone (e forse anche altri sottostanti) rappresenti l'acmè della glaciazione Riss, possiamo concludere che nel Riss le due fronti non si anastomizzavano più, bensì erano separate dal lungo Cañon di Balisio.

3) Nel Würm, poi, la fronte valsassinese a mala pena giungeva a Balisio, e la fronte lecchese al ciglio di Ballabio inferiore, fra cui tutta la valle da valle da Ballabio a Balisio era priva di ghiacci, e perciò qui si poteva formare un lago (come più piccolo si era formato nel Riss), testimoniato, tra l'altro, da alcuni pochi strati d'argilla che, secondo l'Heinz s'incontrano appena sotto la superficie, che però io non ho mai visto.

3. Struttura dell'Altopiano di Barzio

Quasi tutto l'altopiano di Barzio-Cremeno-Maggio, per quanto coperto di morenico recente che, come si è detto, al margine pedemontano della conca si presenta in tipiche forme di cordoni,

è essenzialmente costituito d'una rilevante massa di conglomerato poligenico, grossolano, ben cementato: è visibilmente messo a nudo dai torrenti che percorrono i valloni che tagliano l'altopiano, sfocianti nella Pioverna di fronte a Pasturo e a Baiedo. È tale a somiglianza di questo conglomerato, salvo la maggiore grossolanità, con quello che costituisce il tipico ceppo delle colline e dell'alta pianura compresa tra il Chiese e l'Arno di Gallarate, che non esito a ritenerlo coevo del ceppo, anzi la facies intravalliva di questo. La sua superficie più alta è a 750 m. Che cosa sta sotto? In qualche punto (presso il Ponte della Vittoria) si nota la formazione raibliana. Ma in generale esso ricopre una formazione argilloso-sabbiosa che nella parte superiore passa ad un vero e proprio morenico fangoso. Tanto questo passaggio quanto la sua posizione stratigrafica in alcuni punti sono ben visibili, in altri no; ma, in ogni caso, sono molto significative al riguardo le numerose sorgenti che sgorgano da sotto il ceppo e le cui acque si perdono sui sottostanti prati umidissimi e fangosi.

I profili più tipici sono tre. Uno è costituito dalla cava di di argilla sul fondovalle sotto Fucine: notevole parete di strati argillosi e sabbiosi, orizzontali, che in alto sono coperti di morenico, probabilmente recente, e perciò senza un sicuro collegamento diretto con le argille. Nelle argille non si trovano nè frustuli nè tronchi vegetali, nè fossili marini o lacustri: esse sono sterili. Una volta vi ho trovato un ciottolo di verrucano; gli operai dicono che per lo meno ogni giorno trovano nella massa qualche ciottolo, sia pure raramente; ma naturalmente, non mi hanno saputo dire se i ciottoli manifestavano striature o no. Quindi così com'è, questa formazione da sola non ci dice nulla, quanto a età. Tutta la zona vicina per un paio di chilometri andando verso sud è umida e fangosa, fino al sovrastante conglomerato. Seguiamola, salendo lungo torrente che scende dalla valle di Bobbio verso Fucine; senza discontinuità, vediamo affiorare lungo il torrente un morenico fangoso, alquanto cementato dalle acque, il quale è coperto da un potente cappello di conglomerato alluvionale cementato e grossolano che qui forma una bella grotta. Passiamo ora a sud, seguendo il limite fra i prati umidi e il versante boscoso e secco, da cui spicca qualche sporgenza di conglomerato: due o tre piccoli affioramenti di argille tipiche. Penetriamo nel valloncello che da Barzio scende verso la Cascina di quota 591, e qui ecco un bel profilo sicuro: sopra, un lungo cappello di conglomerato; sotto, degli strati di argilla sabbiosa e di argilla azzurra

che contengono ciottoli striati. Passiamo ora in Val Pioverna, poco a valle del Ponte della Vittoria e precisamente lungo il torrente ai piedi della Cascina di quota 656. Le argille sabbiose qui sono visibilissime lungo il letto, per pochi metri e per piccolo spessore, ma sempre ricoperte dal tipico conglomerato qui ben distinguibile dalle alluvioni grossolane recenti.

Conclusione: le argille sabbiose e il vero morenico fangoso rappresentano probabilmente il Günz, come il conglomerato rappresenta il I interglaciale.

Il compianto Prof. Mariani riteneva che queste argille fossero dovute a sbarramento morenico; ma evidentemente egli non aveva esaminato la questione nei particolari stratigrafici, nè su ciò aveva intenzione di fare un particolare studio.

Un mio allievo, il Dr. Esposti, riteneva che il conglomerato fosse testimonianza d' un rimaneggiamento fluviale operato sul morenico Mindel; più sopra ho espresso la mia opinione al riguardo. Egli però, nonostante non abbia potuto vedere altri affioramenti se non quello delle argille sfruttate, aveva fin d'allora interpretato come Günz tutta la formaziono sottostante al « ceppo » della Valsàssina.

3. Il morenico della Vallassìna.

Un esteso territorio montagnoso triangolare si erge dal centro lago a dividere nettamente il grande solco lariano nei due rami divergenti a sud, il ramo di Como e il ramo di Lecco. È il triangolo lariano i cui vertici sono dati da Como e Lecco a sud, e dalla Punta di Bellagio al nord. La cima più alta è il San Primo (m. 1685). Ai fini nostri è opportuno ricordare queste caratteristiche:

1) Ad occidente, una *lunga catena di monti* si solleva dal Lago di Como di fronte ad Argegno e, costruito un grandioso arco scende a Como determinando uno spartiacque notevole che anche nel più imponente dei periodi glaciali ha tenuto separata la colata comasca da quella lecchese. Lungo la catena s'innalzano cime che sono tra le più elevate del triangolo lariano, cioè sempre superiori ai 1200 metri. Questo territorio tiene 1/3 di tutto il triangolo. Due notevoli valli penetrano in questo arco, percorse da fiumi che scendono al Lario con direzione verso ovest, e sono: la Valle di Nesso e la Valle di Faggeto; derivanti dalla riunione di due valli confluenti e di numerose vallette minori.

2. Al nord, un *triangolo montuoso collinoso*, con idrografia prevalentemente diretta a nord, s' affonda come una prua in ambedue i laghi, terminando con la Punta di Bellagio: territorio esteso 1/6 di tutto il triangolo, in nessun punto superiore a 1100, quasi sempre anzi inferiore a 1000 m., venne in tutti i periodi glaciali coperto dalla colata glaciale del centro Lario.

3) Il territorio orientale è solcato quasi nel mezzo in tutta la sua lunghezza della valle del T.te Lambro, chiamata nella parte alta fino ad Asso, *Vallassìna*. La sua testata è costituita da un un ondulato altopiano roccioso circa sugli 800 metri, sospeso sul Lago di Lecco per 600 metri. A destra confluiscono due valli laterali (Sormano, Caslino) dominate dalle cime della catena occidentale. A sinistra confluiscono tre valli: la Valle di Crezzo, che ha inizio ad una larga e piatta sella sugli 800 m., sospesa per 600 metri sul Lago di Lecco; poi la Val Brona, che ha pure inizio ad una larga e piatta sella sui 500 m. sospesa per 300 m. sul Lago di Lecco; finalmente la Val Ravella dominata dalle elevate cime dei Corni di Canzo e del Monte Rai (1371-1261). Tra la Sella di Magreglio e quella di Valbrona si innalzano montagne non superiori a 1110 m. che nei periodi massimi vennero totalmente coperte dai ghiacciai. Verso sud, la parte orientale del triangolo è sbarrata dall'elevato massiccio dei Corni, del M.te Rai, ecc., ricavato dal solco del Ravella; e, poco ad occidente, dalle ondulazioni rocciose del Scioscia (circa 670 m.), separate dal massiccio del' M.te Rai dal rettilineo solco del L. Segrino (m. 400) sospeso sul piano di Erba per 200 metri.

Questa regione si estende per 1/2 del triangolo lariano e le sue caratteristiche sono: 1) presenza di selle elevate e sospese nei tre solchi notevoli (Magreglio, Crezzo, Valbrona); 2) gradino ondulato di 600 m. s/m. sospeso sulla conca d'Erba (alta pianura, zungenbecken, circa 290 m.).

Quindi: nei periodi e nelle fasi massime, la colata lecchese inviava una larga lingua nella Vallassìna, limitata tra il Poncivo e i Corni di Canzo, colata che penetrava nelle valli di Sormano, di Caslino e Ravella e che, naturalmente usciva nella pianura contribuendo a formare così l'anfiteatro lariano. Nelle fasi di involuzione (oltre che nelle fasi iniziali, naturalmente) con l'abbassarsi della colata lecchese, prima si formarono tre distinte colate (Magreglio, Crezzo, Valbrona), e poi, riducendosi sempre più lo spessore della lingua lecchese, venute meno le trasfluenze, la

Valassina tutta rimase priva di alimentazione, quasi certamente diventò regione di ghiaccio morto, e subentrò poi l'opera del terrazzamento fluviale, ben visibile specialmente tra Barni e Lasnigo. Fu quindi un modo d'involuzione diverso dal normale, dato anche il diverso modo di alimentazione delle 3 colate vallassinesi; paragonabile a quanto avvenne prr la conca luganese allorchè il Gh. Ticinese abbassandosi non riuscì più a trasfluire per la sella del Ceneri; e per la colata camuna allorchè il Gh. Valtellinese non riuscì più a sorpassare la lunga sella dell'Aprica.

1. *La Valle del Lambro.* Ad oriente della catena del San Primo, con la sella-spianata del Ghisallo, sospesa e troncata a circa 800 m. s. m. sul Lago di Lecco, ha origine la Valle del Lambro che scende a Erba. La colata glaciale nei periodi di maggiore espansione vinceva facilmente questa soglia donde poteva trasfluire parte della grande ghiaccia lecchese, costituendo così la lingua di Valassina, mentre quasi contemporaneamente era penetrata un'altra lingua di trasfluenza in Val di Crezzo e molto prima una terza in Val Brona: tre lingue derivate tutte dal ramo lecchese. Il grande diaframma del Morigallo-Corni impediva che la colata lecchese penetrasse in Val Ravella, la quale invece era penetrata a ritroso dalla lingua valassinese. L'ampiezza massima nella trasfluenza nel periodo massimo era di circa 10 Km., tra il Poncivo e il Morigallo.

L'unico, ma caratteristico lembo di morenico sparso nella valle del Lambro, lo troviamo proprio sulla verde sella a «corda molla» che congiunge il Monte Poncivo al Gerbàl, e cioè all'Alpe Spessola, a m. 1250, sempre versante orientale, dove si nota un discreto lembo di morenico non fresco anzi piuttosto alterato: da questa sella la colata di ghiaccio s'affacciava alla conca dell'alta valle di Torno, mentre nello stesso periodo cento metri sotto (Alpetto di Torno) si fermava la fronte della lingua che il ramo comasco faceva penetrare per oltre 6 chilometri nell'ampia vallata di Torno-Zelbio-Tivano.

Veri terrazzi morenici non si vedono più per tutta la valle del Lambro se non presso il fondovalle, dove però troviamo profili molto interessanti.

A Lasnigo, allo sbocco della valle che scende da Crezzo, il terrazzo alto è costituito da un'alluvione a conoide di elementi non grossi e freschi, coperta da un mantello di 3-4 metri di morenico recente. Tra i due Magli della valle per Lasnigo, una cava mostra questa sezione: alla base, argille, sabbie e ghiaie

in strati orizzontali; sopra, una copertura morenica di qualche metro. Al Maglio di Lasnigo si osserva un profilo analogo. Poco significativo è un deposito di morenico e fluvio-glaciale, leggermente alterato, che trovasi a m. 520 sopra l' Osteria della SS. Trinità, quasi sul fondovalle sotto Pagnano.

Questi profili sono analoghi a quello di Maisano e a quelli che abbondantemente si trovano nella fascia del morenico würmiano, un po' dovunque (varesotto, Brianza, ecc.). Sono dunque i depositi morenici più recenti del würmiano che coprono le alluvioni dell'anaglaciale o singlaciale würmiano.

2. *La Conca di Sormano.* Tra tutte le diverse parti del triangolo Lariano, questa conca, come quella opposta del Tivano che è voltata verso il Lago di Como, è la più tipica, quanto a morenico. Fu a suo tempo oggetto di studio particolare da parte del Pracchi; e, salvo qualche aggiunta, il suo rilevamento e le sue conclusioni valgono ancora oggi.

Nella conca di Sormano il morenico più elevato, che è *morenico sparso* e in qualche rarissimo e limitatissimo punto con notevole ferrettizzazione, lo si trova tutt'attorno alla grande conca, tra i m. 1060 del versante sud della Torretta sopra Dicinisio; ai 950-1010 della nuova strada che dovrebbe giungere alla Colma del Bosco in Val Roncaglia (bei profili artificiali, recentemente tagliati per la nuova strada); ai 1050 al gomito del penultimo tornante della strada che sale alla Colma del Piano (esiguo lembo di morenico di graniti e talcoscisti ferrettizzato); ai 975 m. in Valsàssina dove notasi abbondante morenico non grossolano mescolato a materiale di frana disposto secondo il pendio coperto da fluvio-glaciale in strati suborizzontali; non alla Bocca di Vallelunga (m. 920), ma solo un po' più sotto; sì, invece, e abbondante, sull'ampia sella compresa tra il Dosso Fornace e il Dosso Mattona (m. 935), con leggera trasfluenza verso la valle di Canzo; e avanti fino ai 900 meri della Sella Freggia, come chiamasi la sella compresa tra il Dosso Mattona e la Croce di Pizzallo (meraviglioso insieme di massi granitici sparsi sul verde del pianeggiante pascolo).

Alla Colma del Piano (Rif. Stoppani; m. 1124) la fronte della lingua di Torno s'affacciava alla conca di Sormano dove la colata vallassinese giungeva solo 80 metri sotto.

Nei *cordoni morenici* sottostanti al morenico sparso, prevalgono materiali prealpini, pur essendo ancora assai abbondanti i materiali alpini (gneiss, serpentino, ghiandone).

Questi cordoni sbarrano spesso delle conche, molte delle quali furono certamente per lo meno paludi. Spesso i cordoni fanno passaggio a forme meno rilevate, e cioè a pianori o addirittura a normali pendii.

Le altitudini dei cordoni nelle varie località della nostra conca così si riassumono: a m. 900 è tutta una serie di allungati dossi che circondano la conca di Sormano: da Morano (nome significativo), alla Fornace, a Campoè e all Alpèt del Mat In molti punti la forma della morena è tipica, in altri meno. Il materiale è generalmente fresco, non giace mai peró su alluvioni recenti. In molti punti (specialmente tra Enco e il Dosso della Fornace sembra di vedere del materiale ferrettizzato (ad ogni modo, rosso) coperto da materiale più fresco: ma potrebbe anche essere terra rossa. Quì le vecchie fornaci cuocevano la calce, non l'argilla. Al di là dell'Alpèt del Mat, in una cava appena sopra l'inizio della nuova strada per la Val Roncaglia, si nota un morenico un po' più alterato del solito e un po' cementato, molto simile a quello certamente rissiano del varesotto, cui si sovrappone un morenico più fresco, forse quello dell'Alpèt del Mat. In tal caso, anche la base di questa cava sarebbe mindeliana, pur che si ammetta un'età rissiana al cordone morenico più alto.

All'altezza di circa 800 metri si svolge tutt'attorno una *mensola circolare* su cui poggiano i villaggi di Caglio e Sormano. É una grande mensola, tutta costituita di morenico fresco. Tra i 50 e i 150 metri sotto, si stendono due altri gruppi di terrazzi in gran prevalenza morenici su cui si stendono alcune ville e casine (767); villaggi di Rezzago (676) di Brazzova e Mudronno (989). Da quì ormai incomincia ad avere prevalenza la roccia viva, per in più cui la distinzione tra terrazzi in roccia e terrazzi morenici risulta difficile (p. es. ai 575 m. di Cà Vall'Alta, Fraino e Gemi; e a 550 m.).

3. Val di Crezzo.

La Valle di Crezzo, sospesa e troncata a 800 m. s/m. sul Lago di Lecco è accompagnata ai due lati da due catene tondeggianti di monti sui 1000 1100 m.; di quella di sinistra si è già visto a proposito della contigua Val Brona; e anche le cime della catena di destra (1101, 1110, 1101, 1076, 1056) sono coperte da poco morenico sparso che però, anche quì, si ferma a 2 - 3 m. sotto le cime. Interessantissimo un gruppo di massi di serizzo

ghiandone, alcuni incavati a scodelle naturali, sul piccolo piano 1001 a sud ovest del Monte Oriolo. Nonostante ciò, si può concludere che ambedue queste catene erano coperte dal ghiacciaio durante il periodo massimo, la cui colata perciò, derivante da quella del Lago di Lecco, si stringeva al massimo per 5 Km. di larghezza, tra la Torretta sopra Dicinisio e le quote sopra la Colletta dei Corni. Il pendio del M. Oriolo è interessato da 3 terrazzi morenici (1050, 1000, 915), ma l'unico apparato morenico notevole, e molto caratteristico, è quello costituito dalle due belle cerchiette moreniche e concentriche che chiudono il Piano di Crezzo verso il Lago a m. 810-830; sono forse sincrone dei 2-3 cordoni di S. Pietro-Ortanella e d'Agueglio (Esino).

Convesse verso sud ovest, indicanti perciò una provenienza del ghiacciaio dalla colata lecchese. Tutta la valle è ingombra di morenico, ma disposto caoticamente per cui non si possono riconoscere cordoni o terrazzi.

4. **Val Brona.**

La Valbrona è una valle sospesa e troncata a 500 m. s/m. sul Lago di Lecco. Dei due versanti di questa pianeggiante valle, quello di destra è costituito da una breve rettilinea e tondeggiante catena di monti elevata sui 1000 - 1061 metri; su tutta questa catena il morenico sparso è abbondante d'ogni parte, anche se si ferma a 2 - 5 metri sotto le tre cime (1052, 1061, 1052); solo a sud ovest del Megna (1052), che guarda direttamente sul solco della Vallassina, il morenico si ferma a 100 metri sotto la cima: segno di un rapido abbassamento causato certo dall'allargamento del territorio verso la valle a sud e verso la conca di Sormano a occidente. Cime quindi totalmente coperte dal ghiaccio. La sponda di sinistra, costituita dalla cresta che scende verso ovest dai Corni di Canzo (1373, 1161, 1067, 943) ha morenico sparso fino a 1100 sotto i Corni, 1075 sotto la quota 1161 e alla Selletta 1060 che guarda in Val Ravella (di cui si è detto a proposito della 2 Alpe di questa valle), 950 sotto la quota 1067, e 900 sopra la Colletta dei Corni 889; 850 sotto la cimetta della Piana Caldarina 943 e alla Costa di Cranno.

Perciò la Val Brona era totalmente colma di ghiaccio; dalla colata emergeva la cresta dai Corni alla Selletta 1060, poi la cimetta 1067, da ultimo, forse, la cimetta della Piana Caldarina.

Traccia di cordone morenico alto si vede a 975 m. e sopra l'Alpe di Monte a m. 900. Poi quattro terrazzi morenici sopra

Maisano: all'Alpe del Monte m. 730, a m. 650, alla Villa Carolina 600 e alla Cava di sabbia di Maisano 520, dove si osservano begli strati più o meno orizzontali di ghiaia e sabbia, coperti da un mantello di morenico fresco; probabilmente questo terrazzo è omologabile a quello di 600 m. sopra Valbiga in Val Meria. Sul versante opposto il morenico è abbondantissimo, e forse si può parlare di due terrazzi: uno sugli 890 m. sotto i Corni, uno sui 650 sotto la Colletta, uno sui 600 m. di fronte a Visino e un altro di fronte a Osigo. Notevole il bel terrazzo alla sella di Megna a 650 - 675 m. dove vi sono meravigliosi trovanti. Penso anzi, che Visino, Osigo e Maisano, rappresentino con i loro depositi morenici, tre fasi di stazionarietà della fronte in ritiro, oramai staccata da quella della Vallassina.

5. Val Ravella

La testata della Val Ravella è priva assolutamente di morenico dalla 3ª Alpe (790) in su. Il morenico sparso più alto arriva a 790 m. della 3ª Alpe sul fondo valle, agli 825 m. sul costone che sale da San Miro al Prasanto e ai 900 metri sopra la Colletta dei Corni (889); però la Cimetta della Piana Caldarina (947) poco più ad ovest la costa di Cranno, dagli 850 metri in giù, ne è coperta. Dunque la Val Ravella era alimentata, nel periodo glaciale maggiore dalla grande colata Vallassinese, pur rimanendo emergente, probabilmente, per non più di 50-75 metri la cimetta della Piana Caldarina.

Effettivamente però vi è morenico sparso anche più in alto, e cioè, alla selletta 1060, esattamente sopra la 2ª Alpe, caratterizzata da un grande faggio (da qualche anno scomparso), dove fanno bella mostra di sè grossi erratici di ghiandone e serpentino fino a 1075 m.; e alla Colma 997 per la quale si scende a Valmadrera, dove il morenico sparso, di piccole dimensioni, arriva fino a 1030 m.. Ma questi due lembi sono testimonianza dell'affacciarsi della colata vallassinese sopra Valbrona nel primo caso, e della colata lecchese sopra Valmadrera nel secondo.

Un bel terrazzo morenico, in qnalche punto, anzi, somigliante a cordone rilevato, congiunge la 1ª alla 2ª Alpe, tra i 732 e i 777 metri; e forse contemporaneo, ma testimonianza di fase di regresso della penetrazione in Val Ravella dalla Valbrona, è il bel ripiano morenico a 826 m. sotto la Colletta dei Corni. Il serpentino domina, e in grossissimi massi, tanto da essere stato in-

tensamente sfruttato negli anni scorsi, col nome di serpentino di Canzo (è senza dubbio serpentino di Malenco).

Poi molto morenico (con qualche erratico), prima al Repussin (617), poi scendendo al Gaiùm (480); e poi, altro morenico, con base di alluvioni, dal Gaiùm a Canzo (390). Terrazzamento di morenico incerto.

6. Vallelunga.

Il morenico più alto nella Vallelunga trovasi a circa 750 metri d'altitudine, sopra l'Alpe del Prina e al Bottrino; la Bocca di Vallunga (m. 920), per cui si scende nella conca di Sormano, è priva di morenico, il che significa che la fronte di Sormano non riusciva a scendere da questa sella verso la Vallelunga.

Un bel terrazzo morenico è quello che trovasi a 570 - 600 all'Alpe del Prina e che continua, molto franoso, fino alla confluenza delle due valli sopra la Cappella dell'Annunziata.

4. Sbocco della Vallassina nella pianura.

Verso lo sbocco della Vallassina, oramai sopra la pianura, troviamo i massi morenici sparsi più elevati, alla destra, poco sotto il Buco del Piombo a m. 650; alla sinistra, il più alto morenico trovasi sul dossetto a circa m. 675 all'Alpe di Carella.

Lo sbocco della Valassina è caratterizzato da una emergenza calcare che s'allunga per oltre 3 Km. dividendo la conca del Lago Segrino dalla vera valle del Lambro, e che si eleva fino ai 671 metri del M. Scioscia. Anche tutta questa emergenza era coperta dal ghiacciaio, tanto che fin 4-5 metri sotto la cima più alta è tutt'altro che raro il morenico sparso, ma con un discreto numero di massi voluminosi (serizzo ghiandone e serpentino). Più sotto, in opposizione, vi sono due bei terrazzi morenici, o almeno coperti di morenico: al S. Salvatore (m. 575) e alla C.na Càmpora (m. 580) dove il morenico poggia su un notevole spessore di un conglomerato poligenico alluvionale in strati orizzontali, che si potrebbe forse interpretare anche come il «ceppo» tipico.

7. Conclusione.

Da quanto si è detto, è possibile ricostruire, sia pure senza pretesa di esattezza, la evoluzione glaciologica del nostro territorio.

1. Nel periodo del morenico sparso (Mindel) la colata del centro-Lario penetra nella Vallassina dall'amplissima Sella tra i Corni e il Poncivo, e manda un ramo nella Conca di Sormano, uno nella Valle di Caslino e uno in Val Ravella; e la colata prosegue superando i dossi dello Scioscia e scende nella pianura unendosi alla colata comasca a occidente e a quella lecchese ad ad oriente. E si forma così il grande anfiteatro morenico mindeliano del ferretto da Tradate a Verderio e oltre. Solo la catena del San Primo-Bolettone e quella del Cornizzolo-Corni di Canzo emergevano dalla colata (1300 m. nell'interno; 675 allo sbocco).

2. Nel periodo dei cordoni più alti (*Riss*), la colata ripeteva su per giù l'andamento della precedente invasione. Nè credo che altre cime emergessero oltre al gruppo S. Primo e al gruppo dei Corni di Canzo visti sopra (1150 m. nell'interno, forse 650 allo sbocco). Questa colata contribuiva, con quella del lecchese a costruire la cerchia più esterna dell'anfiteatro.

3. Nel periodo dei terrazzi morenici subentra una forte complicazione, perchè l'abbassarsi dello spessore della colata determina non solo l'emergenza di dossi rocciosi prima coperti e quindi una pluralità di fronti, ma anche il formarsi di campi di ghiaccio morto per il ritiro in salita dei tre rami che scendevano dalle selle sospese sul corridoio del Lago di Lecco.

Così, nella fase massima *würmiana*, non vi fu ancora molta diversità, salvo due fatti, d'altronde notevoli: la suddivisione nei tre rami scendenti da sopra la Sella di Magreglio, dalla Valle di Crezzo e dalla Valbrona: poi la suddivisione della fronte nei due rami del Lago di Pusiano e del Lago di Alserio. Ma in una delle fasi successive, pur rimanendo confluenti le tre colate, le due lingue del Gh. Vallassinese non riescono vincere il gradino per scendere nel piano di Erba e si fermano con la fronte a Carella, quella del L. Segrino, e sui dossi di Castelmarte, quella del Lambro. È forse il periodo in cui si formano i terrazzi di Rezzago e di Megna.

Ancora dopo, il Gh. di Magreglio riesce a mala pena ad allungarsi fino a Canzo, ma il Gh. di Crezzo si deve fermare alla Sella (800 m.) e quello di Valbrona, dall'entrata più bassa (500) giunge a Visino (morena a 600 m.) e poi a Osigo. Dopo, solo il Gh. di Valbrona riesce a fermarsi nella soglia (500 m.); ma oramai tutta la nostra regione è abbandonata perchè la colata del Lario si è abbassata sui 700-800 e non riesce più a far pe-

netrare alcuna lingua di trasfluenza nelle nostre tre valli. Però qualcosa è rimasto, perchè tutta la valle da Barni a Asso (e a Canzo alto) è ingombra di estese placche di ghiaccio morto le quali abbandonano il morenico che abbiamo visto giacere in non grande spessore sulle alluvioni recenti dei terrazzi lateralmente al fondovalle.

Conclusione sul morenico superficiale del Lario orientale.

Riunendo dati e osservazioni si può giungere oramai a queste conclusioni:

1. Il *morenico sparso* più elevato lungo il Lago di Como-Lecco va dai 1530 m. sopra Còlico agli 890 del Monte Barro; però si abbassa a 820 m. sul margine orientale della lingua frontale (conca Lecchese Orientale), mentre si conserva sui 1150 m. (Sambrosera) lungo il filone.

Nella Valsàssina, va dai 1400 metri del Matòk agli 820 metri sul M. Melma (Ballàbio Inferiore).

Nella Vallassìna va dai 1300 metri dell'Alpe di Magreglio ai 675 m. dall'Alpe di Carella.

Più sopra si è detto per quali motivi accetto l'ipotesi che questa formazione rappresenti il morenico della glaciazione Mindel.

La pendenza della superficie del ghiacciaio Lariano-lecchese-vallassinese in questo periodo era del 24 $^{0}/_{00}$ (da Colico a Lesmo).

Nella Vallassina trasfluivano dalla colata principale per tre selle (800-800-500 m.) tre colate che riunite costituivamo la colata della Vallassina-Erba. I monti Oriolo e Megna e, allo sbocco, lo Scioscia, erano totalmente coperti dal ghiacciaio.

Nella Valsàssina in questo periodo la colata glaciale, sorpassata la sella di Balisio aveva termine nelle vicinanze di Ballabio, dove si riuniva alla colata lecchese.

2. Il *morenico del cordone più alto*, lungo il lago fino a Lecco, va dai 1450 m. dei Roccoli Lorla ai 1100 m. di sopra Abbadia e poi, rapidamente ai 760 m. sopra Ballàbio Superiore, e ai 750 del M. Barro.

Già si sono detti i motivi per cui si possono collegare questi cordoni morenici più elevati alle fronti rissiane di Carate e di Merate. La pendenza della colata dai Roccoli Lorla a Carate era di circa il 25 $^{0}/_{00}$.

Nella Vallassina questa linea va dai 1200 dell'alta Val del Perlo ad una quota non individuabile facilmente attorno al Monte Scioscia, ma forse mai inferiore ai 650 m.. I monti Oriolo e Megna erano ancora coperti dal ghiacciaio; così dicasi del M. Scioscia, allo sbocco nel piano sopra Erba.

Nella Valsàssina va dai 1350 del Matòk ad 830 metri delle Stalle Gorie sopra Balisio. Tutto il cañon compreso tra Balisio e Ballabio Sup. era dunque privo di ghiacci; qui si era formato probabilmente un lago di sbarramento glaciale (argille ?).

3. Quanto ai *sottostanti terrazzi e cordoni inferiori*, la loro individuazione e, soprattutto, il loro collegamento può riuscire arbitrario; e dopo vani tentativi, ho dovuto rinunciare, sperando che altri possa avere maggior pazienza e maggior fortuna. Si tratta ad ogni modo di non meno di 6-7 terrazzi nella fascia di sbocco e di almeno 10 terrazzi nella fascia dal Centro Lago in su.

Già ho detto i motivi per cui ritengo questi terrazzi in gran parte würmiani. Vedasi, ad ogni modo alla fine di questa conclusione, la tabella nella quale ho riunito i valori dei terrazzi più caratteristici.

4. In questo periodo l'emergere dei monti Oriolo e Megna determina la suddivisione della trasfluenza verso Asso di *tre colate distinte* (Magreglio, Crezzo, Valbrona). Dal gradino di sbocco nel piano di Erba, l'emergere del lungo dosso dello Scioscia determina la biforcazione della colata vallassinese in due lingue distinte. Il salto tra Magreglio e la Vallassina determina, a metà del periodo, il distacco della lingua dalla colata alimentatrice, e quindi la presenza di ghiaccio morto.

5. Nella *Valsàssina* si forma l'anfiteatro di Barzio, in gradinata; solo dopo 5 6 stasi durante il ritiro, la colata abduana non riesce più a penetrare nella valle. Nella fase di acme, rimaneva libero di ghiacci tutta la lunga valle che va da Balisio a Ballabio inferiore (M. Melma) dove s'appoggiava il fianco orientale della lingua lecchese.

6. Se poi facciamo un confronto con la sponda occidentale si vede :

1) come *nella sponda orientale* il livello del morenico si mantenga generalmente pressochè alla stessa altitudine che sulla sponda occidentale, tanto nella parte alta quanto nella regione di sbocco.

2) Invece lo sbocco della Vallàssina avveniva sullo stesso periodo, ad un'altitudine ben minore: non più di 675 metri.

7. Così: dall'*unica* enorme fronte mindeliana da Tradate a Verderio e oltre, si passa alle *3 fronti* tra loro saldate, rissiane (ramo Como, da Cantello ad Albese; ramo Erba-Lecco, da Albese a Pilata di Olgiate; ramo Lecco, da Pilata a Carvico); alle *7 fronti*, talora saldate, *würmiane* (Falloppia, Como, Alserio, Pusiano, (Rovagnate, Olgiate, Brivio).

8. Argille stratificate e ricche di morenico del fondo della Conca di Barzio Valsàssina e della Conca di Lecco (Malavedo) vengono interpretate come resti della *glaciazione günziana* in quanto sottoposte a conglomerati sottostanti a morenico fresco e in quanto molto simili come complesso stratificato e di facies alle morene günziane del vicino varesotto.

9. I calcoli di pendenza vennero eseguiti esclusivamente per il morenico sparso più elevato e per quello dei cordoni morenici più elevati. In ambedue i casi si è verificato che la pendenza della superficie glaciale non si manifesta uniforme, ma è progressivamente crescente da monte a valle, tanto che passa dal 6 ‰ nell'alto Lario, a valori che si aggirano sul 15 ‰ nella zona mediana, per giungere al 25 ‰ e più verso lo sbocco. Esaminando più in generale per le 3 colate, limitatamente al morenico più alto si osserva che la pendenza della colata del ramo Lecco (Roccoli Lorla-M. Barro) è circa del 16 ‰. Quelle del ramo Valsassina e del ramo Vallassina, da Colico alla fronte (Ballabio) o allo sbocco nel piano (Alpe Carella), ambedue sul 22 ‰; ma se partiamo dall'imbocco di ambedue le vallate ci risultano valori ben diversi: per la Valsassina, dal Matòk a Ballabio superiore, pendenza del 23 ‰; ma per la Vallassina, da sopra Magreglio all'Alpe Carella, ben il 52 ‰. È difficile calcolare la pendenza complessiva della colata mindeliana da Colico alla fronte in Brianza, perchè gran parte del morenico ferretto venne certamente eliminato dall'erosione. Tuttavia supponendo che le morene ferrettizzate di Lesmo rappresentino i resti della più esterna cerchia mindeliana, si verrebbe ad ottenere un dislivello di 1200 metri su 51 Km., perciò una pendenza media del 24 ‰; pendenza certo maggiore che nell'alto e medio Lario, ma minore che nelle zone prealpine allo sbocco in pianura; cioè dopo una rapida discesa allo sfociare sul piano, qui la fronte si deve essere molto appiattita, oltre che dilatata.

Facies morenica	R.li Lorla	Maiòk	Albiga	Esino	sopra Lierna	sopra Mandello	Val Meria	Resinelli	Conca Lecco		VAL SÀSSINA						VALLE ASSÌNA						
									orient.	occid.	Narro	Piazzo	Corda	Maggio	Gorio	Ballabio sup.	Lambro	Crezzo	Val Brona	Sormano	Ravella	Valle Lunga	Sbocco
Sparso scheletrico (Mindel) . .	1530	1401		1352	1350	1165	1095	1120	800	1030	1309	1100	1100	900	860	820	1250			1050	800	750	675
Cordoni alti . .	1450	1350		1275			980	1100	760			1000		850	830	—				900	750		650 ?
Terrazi preval. I	1275	1225	1200	1175					700	800				825	810			1050	975	800	725	570	
II		1200		1080	975				650	700			800	800	780			1000	900	760			
III			1025	1000	990				575	625			725	725	700		1000	915	730	665	615	450	390
IV			1000	900					550				675	650	650		900	810	650	575	490	—	—
V	950		875	850					535				600		—			—	600	550			
VI			850			600			525	550			—		—		500*		520	—	450 *		
VII	825		600			500			400				—		—				—		—		
VIII						400			325	320			—		—								
IX			430			320			250				—		—								
X			350			—			—				—		—								

Le località e le quote spesso sono approssimate per comodità di stesura dello specchietto.
Le località sottolineate indicano le valli in cui le colate principali sono penetrate.
— Le lineette indicano che da quella fase quel territorio fu privo di ghiacci.
* Indica fronte di ghiaccio morto, staccato dalla colata in ritiro.

Riassunto generale dei due lavori sul morenico delle sponde del Lario.

Gli AA.:

1. esaminate le formazioni moreniche superficiali distribuite lungo le sponde del Lario Settentrionale e dei due rami del Lario Meridionale, oltre che delle colate trasfluenti nella Valle Intelvi, nella Vallassina e nella Valsàssina;

2. vista la difficoltà d'una datazione delle diverse formazioni su base stratigrafica per la scarsità di sezioni geologiche;

3. considerando i rapporti che vi debbono necessariamente essere tra le formazioni moreniche frontali degli anfiteatri e quelle laterali corrispondenti di sponda,

sono giunti a queste conclusioni, sia pure non definitive:

1. il morenico più elevato che si presenta quasi sempre sparso e scheletrico solo in qualche punto ferrettizzato, è da collegare alla cerchia ferrettizzata mindeliana più esterna dell'anfiteatro;

2. il sottostante morenico talvolta parzialmente ferrettizzato, ma per lo più fresco se non freschissimo, quasi sempre dalla forma di elevato cordone, semplice o doppio, è da collegare alle cerchie rissiane dell'anfiteatro lariano;

3. il sottostante morenico fresco, talora freschissimo, talora sovrapposto ad alluvioni recenti, quasi sempre a forma di terrazzi (fino a 10), non sempre facilmente collegabili con una certa sicurezza, è da sincronizzare con cerchie moreniche würmiane dell'anfiteatro lariano.

4. La linea del morenico più alto scende da monte a valle con pendenze comprese tra il 6 e il 22-24 $^0/_{00}$, salvo nella Vallassina vera (52 $^0/_{00}$), valle di trasfluenza da elevata sella: nessuna contropendenza, salvo in un caso di pochissimo conto e spiegabile con la morfologia locale.

5. Nella Valsàssina e nella Conca di Lecco uno di noi (Nangeroni) ritiene che vi siano testimontanze anche di morenico güuz (binomio: conglomerato «ceppo» sopra, morenico lacustre stratificato sotto).

Zusammenfassung.

Ausgehend von einer Untersuchung der auf Moränenbildung zurückgehenden Geländeformen längs den Ufern des nördlichen Comersees und der beiden Arme des südlichen Comersees, sowie der in die Valle Intelvi, in die Vallassina und die Valsassina übergreifenden Vergletscherungen, gelangen die vff., in Erwägung der Schwierigkeiten, die sich mangels genügender geologischer

Profile einer stratigraphisch fundierten Datierung der verschiedenen Formationen entgegensetzen, und mit Rücksicht auf die Beziehungen, die zwischen den Endmoränenbildungen der Amphitheater und den Zugehörigen Seitenmoränen notwendig bestehen müssen, zu folgenden, wenn auch nicht endgültigen, Ergebnissen:

1. Die höchsten Moränenbildungen, die sich fast immer nur vereinzelt, und ausgewaschen nur an einzelnen ferrettisierten Punkten vorfinden, entsprechen der aus der Mindel-Zeit stammender ferretissierten äussersten Umwallung des Amphitheaters.

2. Die nächst tieferliegenden, frischen, wenn auch nicht besonders frischen, Moränenbildungen, die fast immer die Form eines einfachen oder doppelten Höhenzuges haben, entsprechen den der Riss-Zeit angehörenden Umwallungen.

3. Die noch tieferliegenden manchmal teilweise ferrettisierten aber meistens frischen, mitunter sogar ganz frischen, Moränenbildungen, die teilweise jüngeren Aufschüttungen übergelagert sind und fast immer die Form von nicht immer sicher in ihrem Zusammenhange übersehbaren Terrassen (bis zu zehn) haben, stellen die Umwallung der Würm-Zeit dar.

4. Die Linien der Moränenlandschaft senken sich allmählich mit einem Gefälle von 15 bis 22-24 °/₀₀. Mit einer einzigen unbedeutenden Ausnahme, die sich durch die locale Morphologie erklären lässt, ist kein Gegenhang zu beobachten.

5. In der Valsassina und im Talkessel von Lecco glaubt einer der Vff. (Nangeroni) auch das Vorkommen von moränischen Günz- Formationen nachweisen zu können zweierlei gestaltungen oben Ceppo - Konglomerat, unten geschichtetes Seemoränenboden.

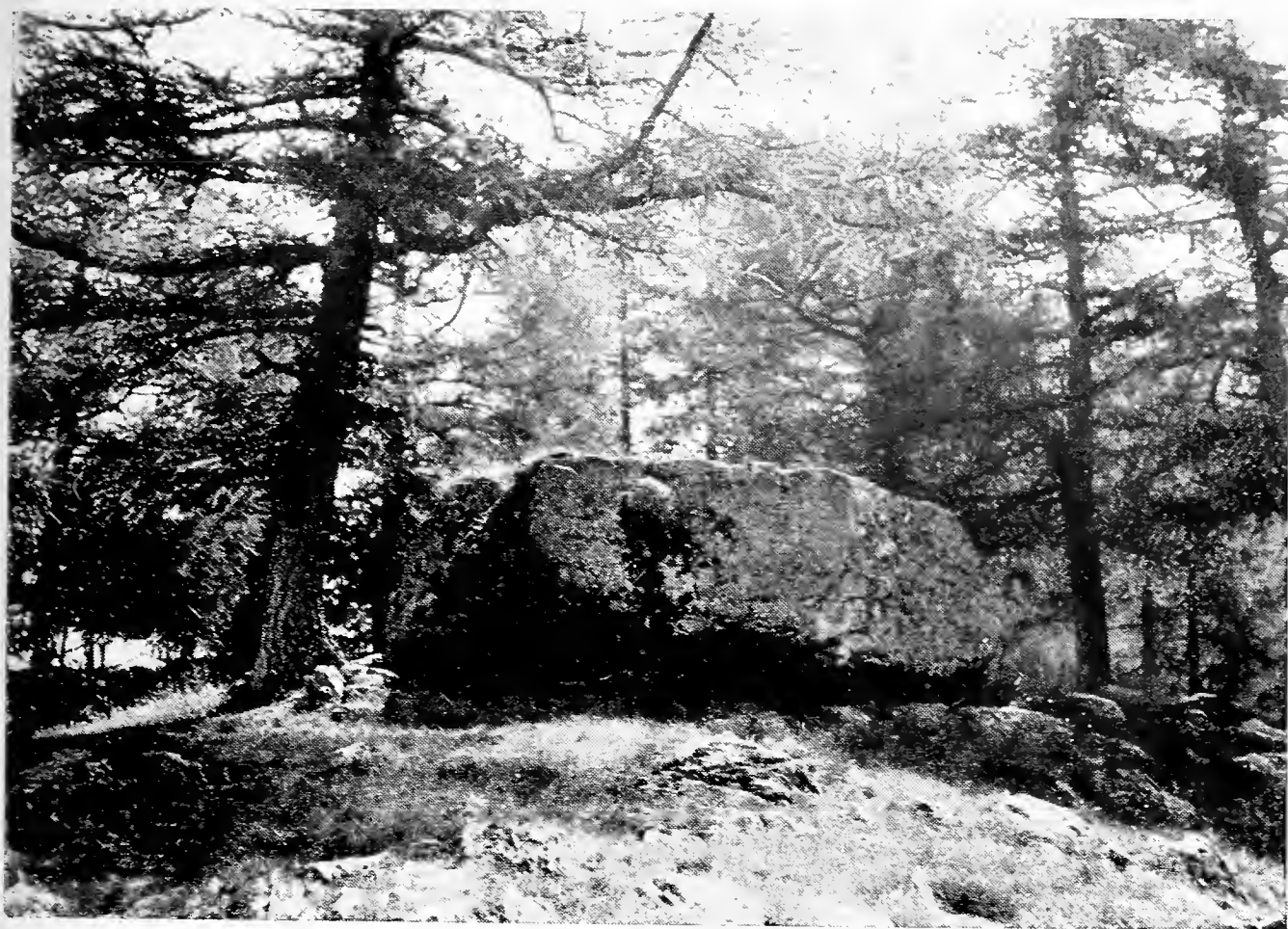



Fig. 1 — *Masso del Legnoncino*, sopra il Roccolo di Artesso, a 1350 metri, di conglomerato porfirico verrucano. (Nangeroni)

Fig. 2 — *Il cordone morenico più alto* (rissiano) poggiante sul cristallino del Matòk, sotto la cima del M. Muggio, a circa m. 1385. Foto eseguita dal pendio a monte, coperto di morenico sparso fino a m. 1401. (Nangeroni)

Fig. 3 — *Cordone morenico* würmiano, a Crevesto Sopra, a circa m. 1000, sopra Primaluna in Valsàssina. (NANGERONI)

Fig. 4 — *Il cordone morenico più alto al Cainallo sopra Esino*, dimezzato dall'erosione (m. 1275). Foto presa dalla conca di sbarramento morenico (ex-lago; argille sul fondo), salendo al Passo Cainallo (m. 1296) sopra cui (1352) trovasi morenico sparso. La cima che vedesi un po' a destra in terzo piano è il S. Defendente (m. 1325) che nel Mindel doveva essere certamente ricoperta dal ghiacciaio abduano. Sullo sfondo a sinistra, si scorge la sella di Menaggio, attraverso cui avveniva la trasfluenza della colata abduana verso il Ceresio. (NANGERONI)

g. 5 — *Il « Sasso di Preguda »*, grande masso di ghiandone, famoso e decantato da oppani nel Poemetto « Asteroidi ». Poggia sulla dolomia principale del Morigallo, metri 645, sopra Valmadrera. Misura m. 7 × 4 × 5; forma piramidale; presso la ppelletta di S. Isidoro. (Nangeroni)

ig. 6 —Il *Sasso di S. Martino* o *Sass Nègher* (= Sasso Nero) o *Sasso di Pramasca*. igantesco blocco di serpentino poggiante sui bianchi lastroni calcari della dolomia incipale, sopra la chiesetta di S. Martino di Valmadrera. Misura m. 12 × 12 × 12. (Nangeroni)

Fig. 7 — *Le morene recenti würmiane* che da Monte Albano scendono a Malavedo e ad Acquate. (NANGERONI)

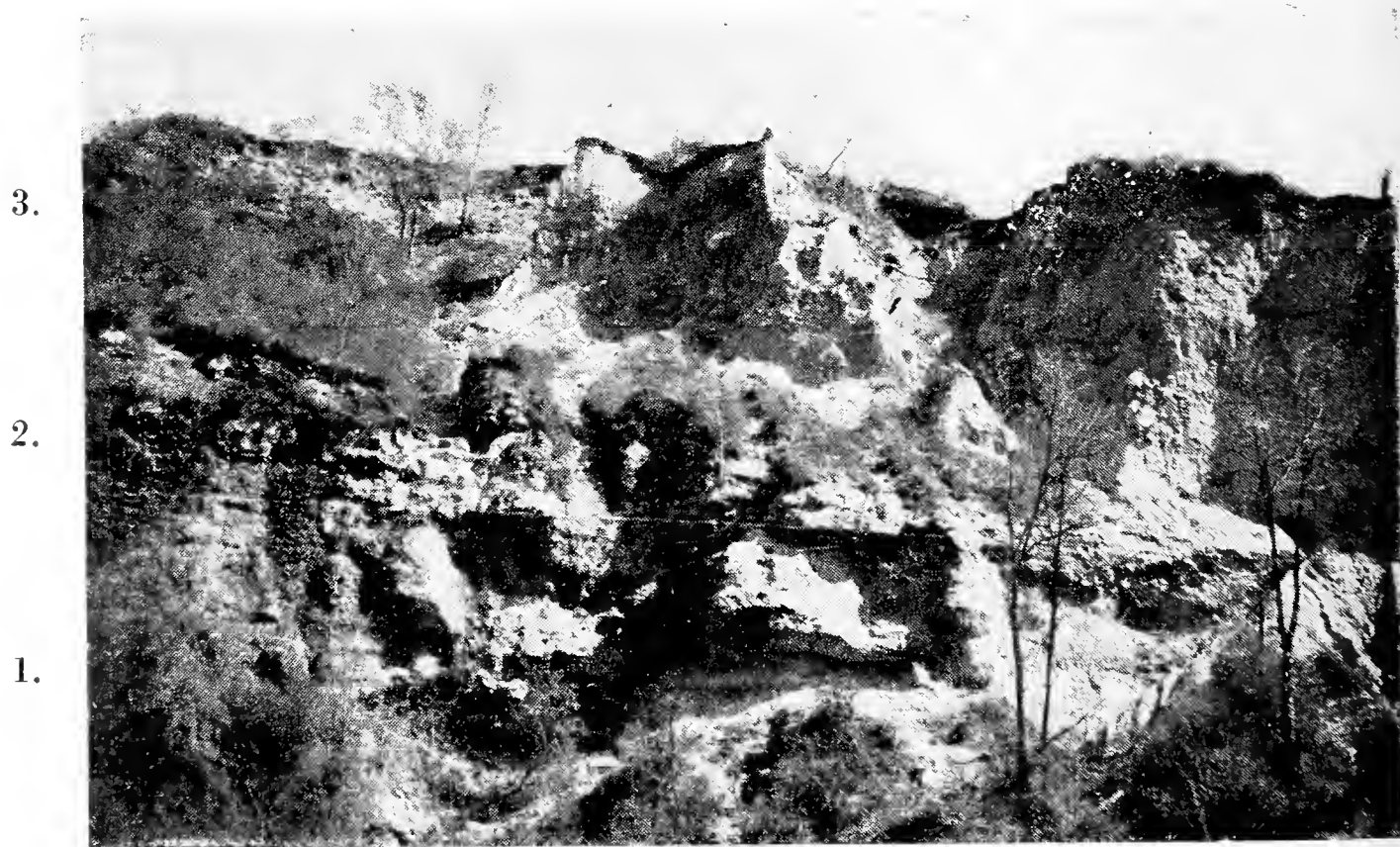



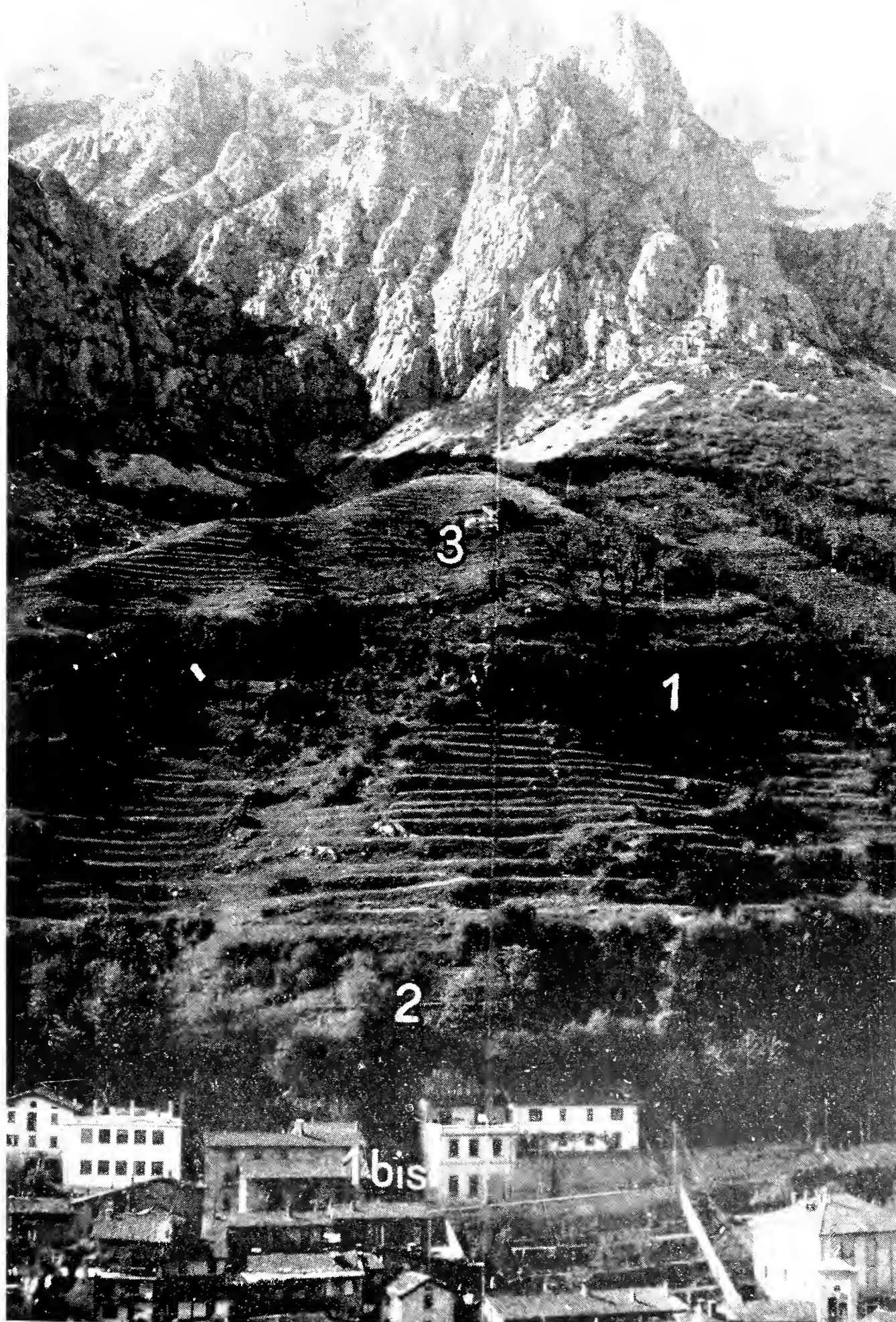
Fig. 8 — *Sezione naturale a Malavedo sopra Lecco.* 1. Argille con ciottoli striati (Günz?); 2. Alluvione cementata, molto simile al tipico « ceppo »; 3. Morenico recente Würm di Monte Albano. Confrontare con la figura seguente che rappresenta il versante opposto a quello di questa figura.

ig. 9 — *Da Laorca alle Cime del San Martino.* 1. Breccia locale, priva di ciottoli pini (Cimitero di Laorca); 2. Conglomerato poligenico, ben cementato, molto simile al pico ceppo della Brianza, della Valsassina e della sottostante Cava di Malavedo; 3. Monico recente che ricopre la breccia 1; 1 bis. Argille di fondo, sottostanti a 2 (falda equifera), probabilmente collegabili a quelle lacustro-glaciali (günziane?) di Malavedo.

Fig. 10 — *Da Balisio verso il piano d'Alghero*. I punti neri sul piano indicano il morenico sparso più alto; le crocette, il cordone morenico Riss; i numeri romani i terrazzi di morenico würmiano. (NANGERONI)

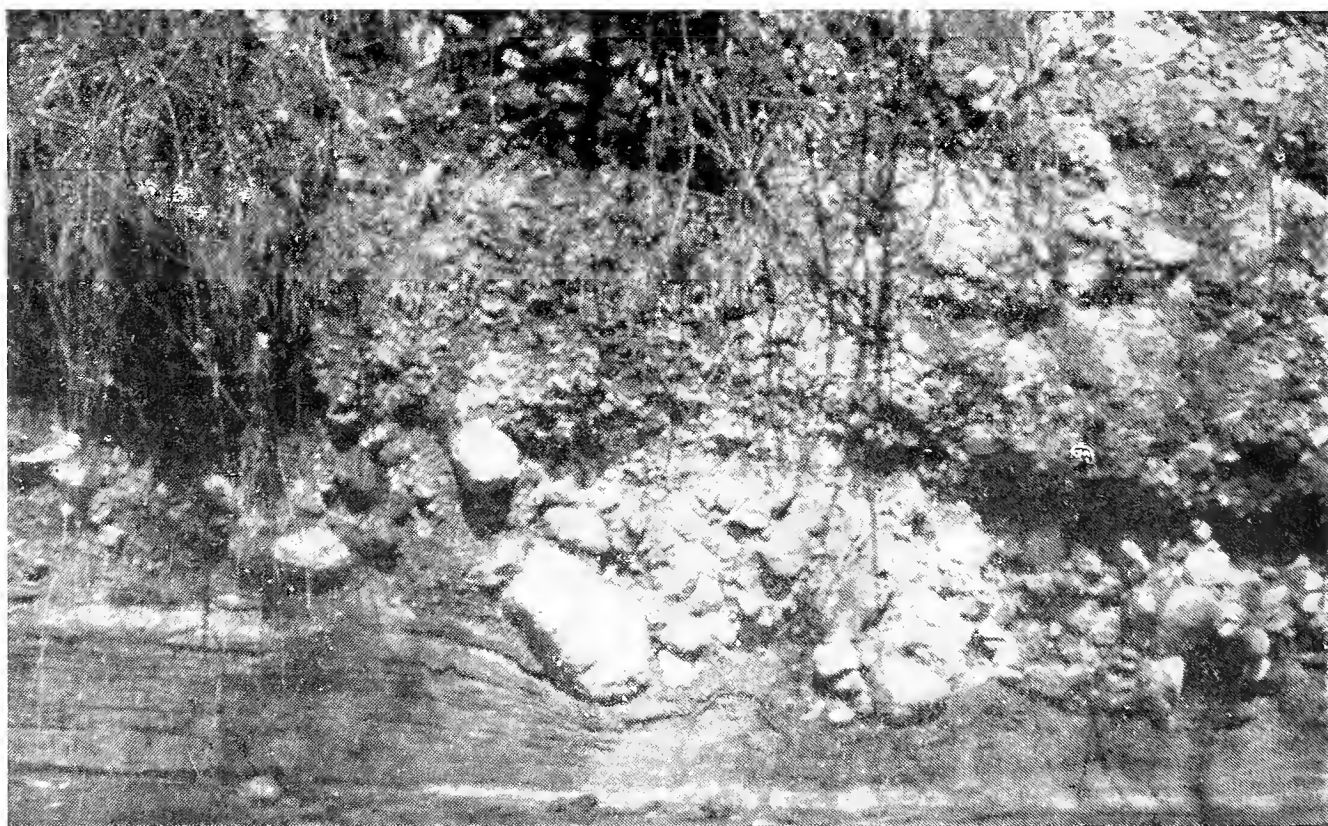



Fig. 11 — *Argille lacustro-glaciali*, probabilmente günziane, sottoposte al conglomerato dell'Altopiano di Barzio. (NANGERONI)

Fig. 12 — *Il conglomerato della conca di Barzio.* È molto grossolano, è certamente alluvionale, e poggia su argille contenenti ciottoli striati (queste Günz e quello I interglaciale?). (NANGERONI)

Fig. 13 — *La Pietra Lentina*: enorme erratico di ghiandone presso il Piano Rancio. Le dimensioni sono: m. 30 × 10 × 9. (Nangeroni)

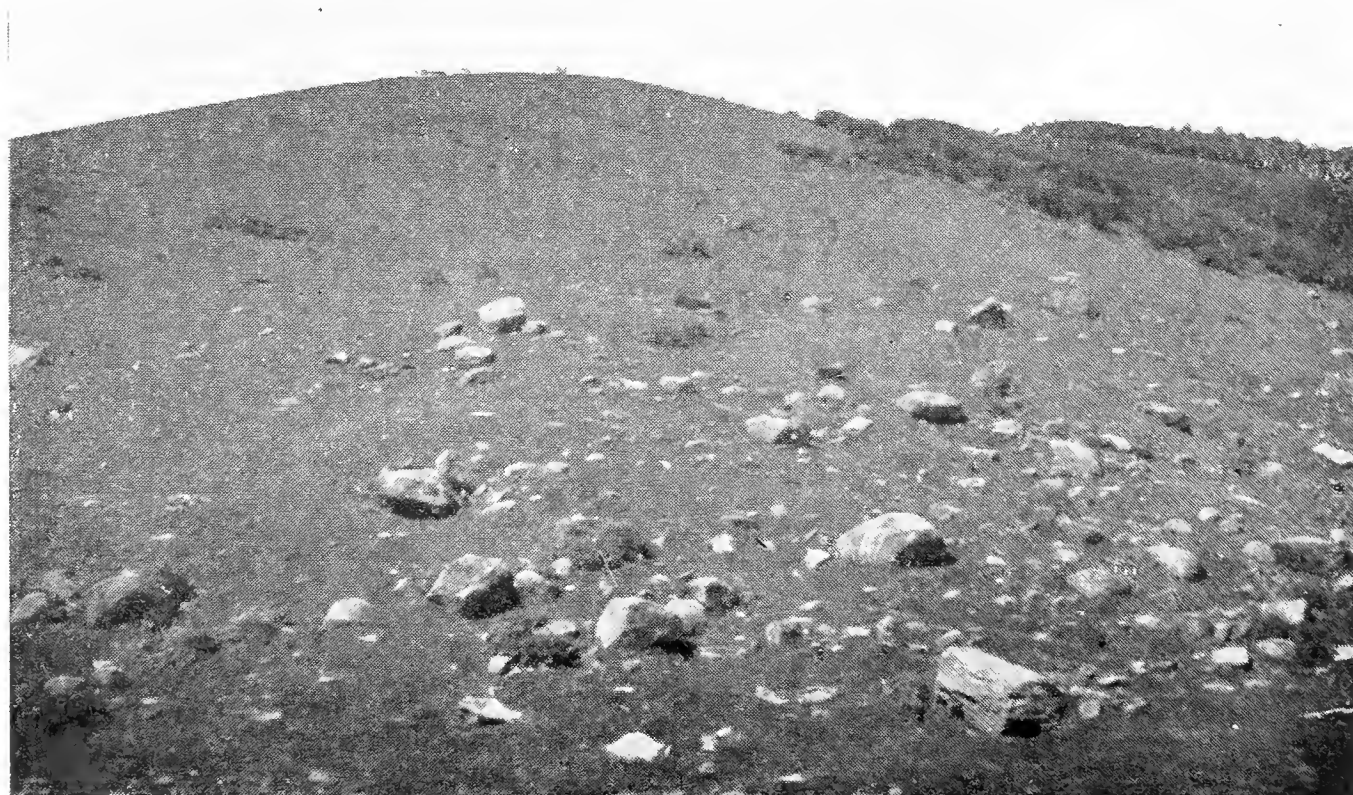



Fig. 14 — *Aspetto d'un « Campo » di morenico sparso più elevato e scheletrico* nella conca di Sormano, alla Forcella Fredda sopra la regione Morane a m. 905. Sembra veramente un campo di battaglia di giganti. (Nangeroni)

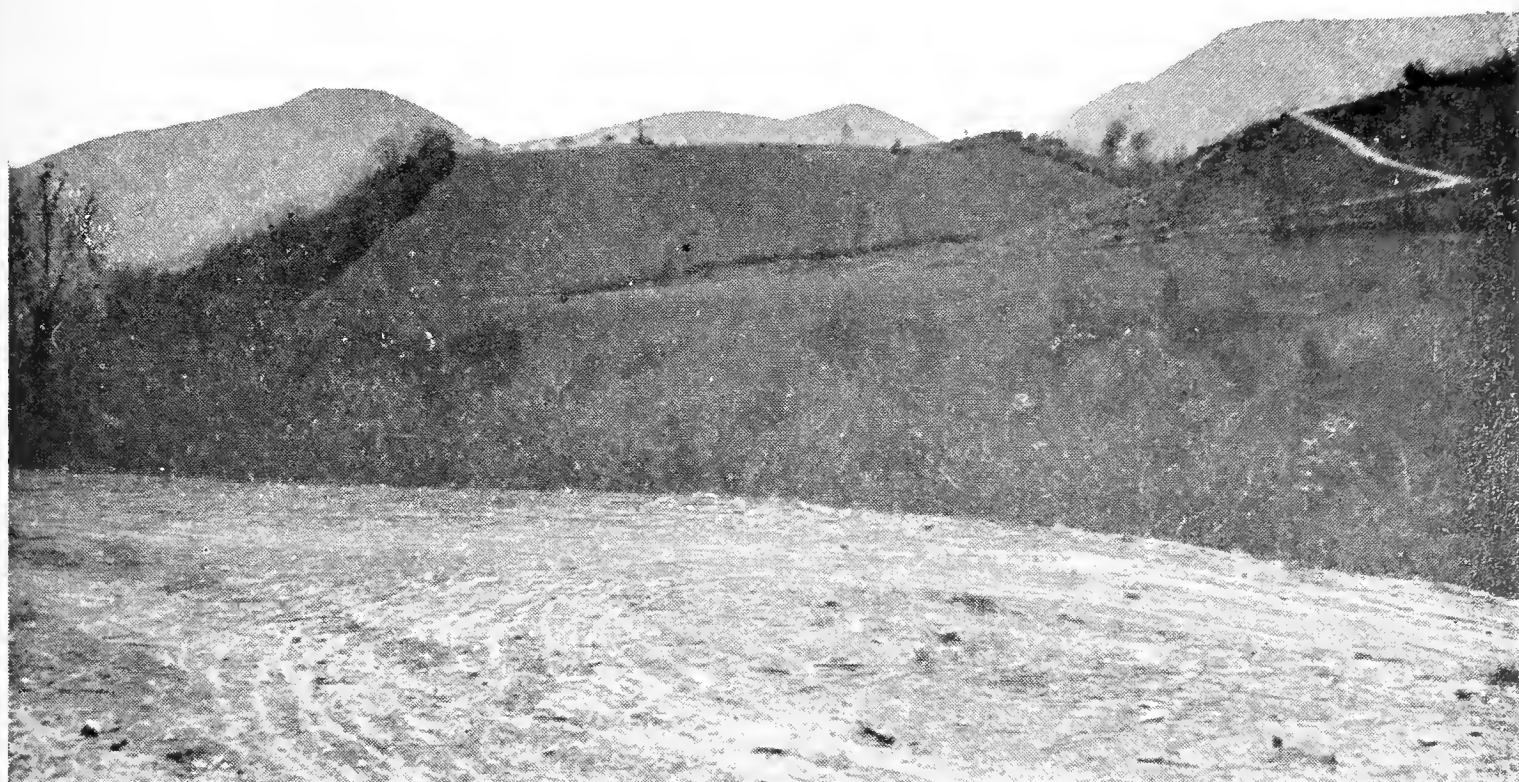



Fig. 15 — La cerchia morenica sopra Sormano dalla forma tipica, vista dall'esterno; sul pendio dove corre la strada a destra, il morenico sparso, e in qualche punto ferettizzato, è molto abbondante. (NANGERONI)

Fig. 16 — *La Pietra Luna;* masso di gneiss micaceo quarzifero presso l'Alpe Pietra-Luna, a m. 960, sopra il Piano del Tivano. Misura m. 3,25 × 2,80 × 2,60. Sta inciso P. L. D. B. (= Pietra Luna di Bellagio) oltre ad una mezzaluna e ad alcune date. Roccia con bucherelli alveolari naturali. (NANGERONI)

Fig. 17 — *Metà della cerchietta morenica* (IV Würm?) sulla soglia della Valle di Crezzo (m. 800), convessa verso la valle, deposta da una lingua proveniente dalla colata del Lago di Lecco. (NANGERONI)

Fig. 18 — *Morenico Würm* (cerchia IV?) presso Carella, sul gradino di sbocco del L. Segrino sulla piana del Lago di Pusiano. (NANGERONI)

Fig. 19 — *Morenico Würm* (V cerchia) sovrapposto ad *alluvione recente* di conoide allo sbocco della Val di Crezzo nella Vallassina presso Lasnigo. (NANGERONI)

Fig. 20 — *Morenico Würm* di Maisano che ricopre un forte deposito di alluvioni dell'anaglaciale W. (NANGERONI)

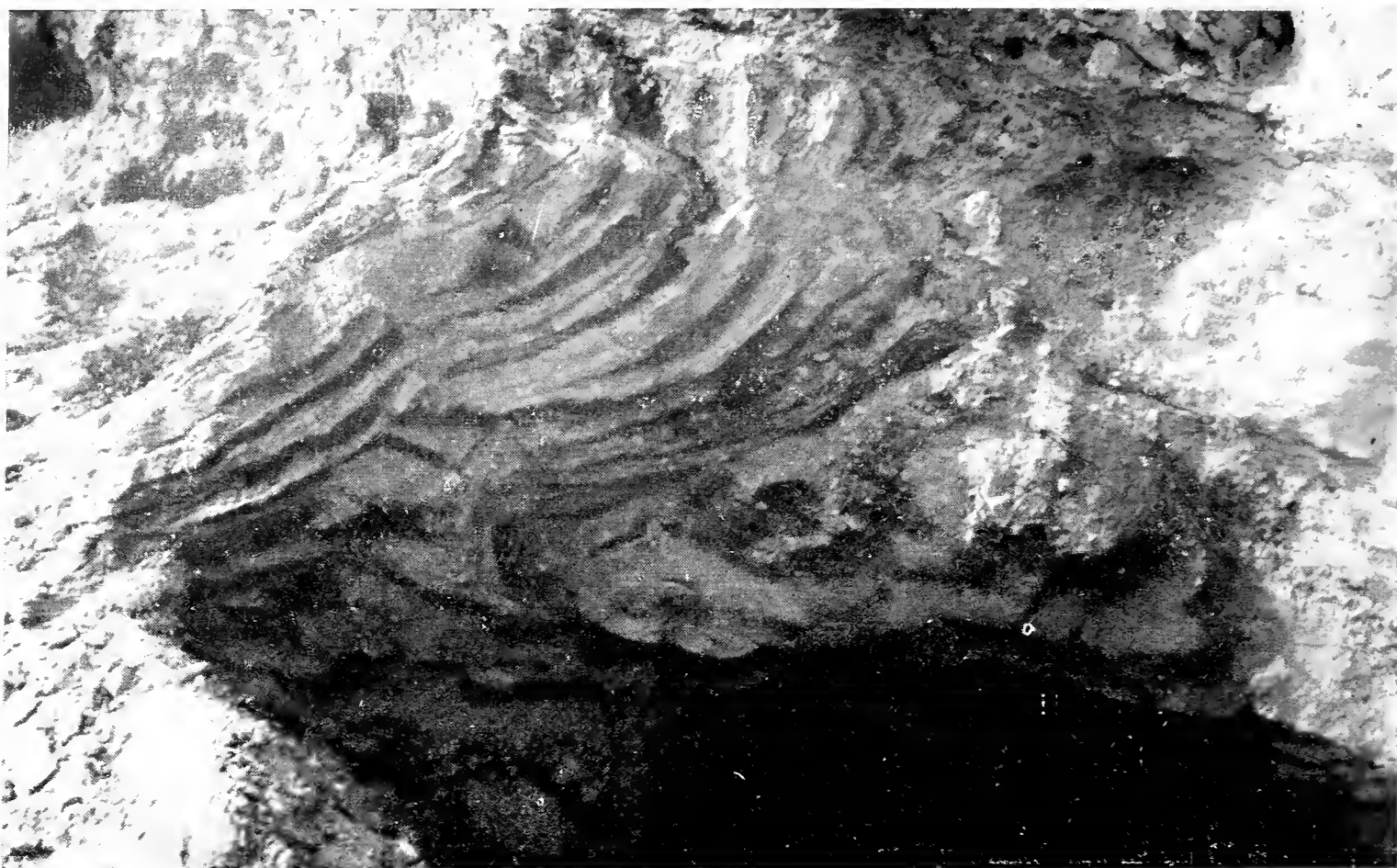



Fig. 21 — *Come spesso si presentano le morene più interne*: sabbie piegate intercalate con lembi grossolani di vero morenico a ciottoli striati. (NANGERONI)

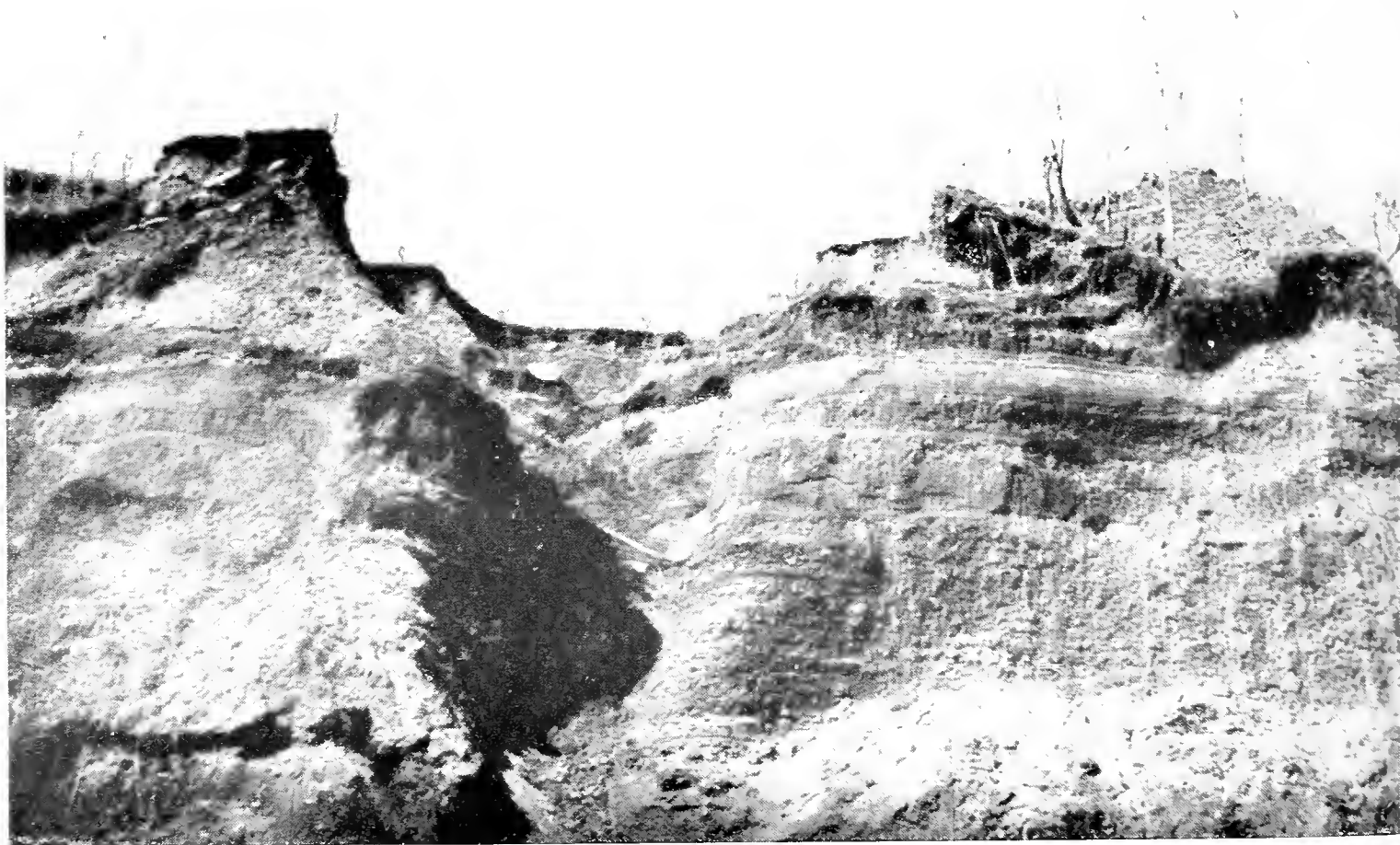



Fig. 22 — Ghiaie e sabbie dell'anaglaciale W. rivestite di morenico Würm in Vallassina, al Maglio tra Asso e Lasnigo. (NANGERONI)

Arturo Riva

IL «GLACIALE» DELLA VALLE DI ROVAGNATE

Nel quadro di un lavoro che ho avviato da anni e avente per oggetto lo studio del «quaternario» del territorio compreso tra l'Adda e l'Olona, a sud del Lario, fino alla latitudine di Monza, ho ritenuto opportuno fare uno stralcio relativo alla valle di Rovagnate, facendone argomento della presente nota che vuole esser quasi l'anticipazione di un particolare del lavoro più generale di prossima pubblicazione.

La valle di Rovagnate è a cavaliere tra la Brianza propriamente detta e la valle della Molgora.

Aperta tra i gruppi montuosi del S. Genesio e del Montevecchia, con direzione ONO - ESE, attraverso di essa è passata, nell'epoca glaciale, la fiumana di ghiaccio che doveva costituire il collegamento tra la colata di Valmadrera (o della Brianza p. d.) e la colata del ramo di Lecco.

Le vestigia di questo evento geologico sono imponenti, e sono rappresentate, oltre che dalla particolare morfologia morenica, dai depositi costituiti da cordoni o da terrazzi, dislocati su ambo i fianchi della valle e sul fondo.

Attraverso l'andamento di detti cordoni, si intravvede tutta la dinamica del ghiacciaio.

Questo, fuoriuscente dal ramo orientale del Lario, tra il Morigallo ed il Coltignone, dopo avere investito il Barro fin quasi a sommergerne la vetta, e rinforzato ad ovest dal ramo della Valassìna, ampiamente disteso a ventaglio per vasta area, tenendosi alto sui fianchi, si è insinuato nella valle di Rovagnate che, pur con morfologia diversa dall'attuale, doveva essere preesistente.

L'andamento dei cordoni lascia chiaramente vedere come i due pilastri dell'ingresso alla valle di Rovagnate siano stati il colle «santoniano» del Campanone della Brianza e l'emergenza di Sirtori, che ha una ossatura di roccia in posto.

L'ampia colata ha tutta sommersa quella che è l'area dell'attuale valle, compreso il rilievo cretacico mediale, oggi emer-

gente dal fondo valle, tra S. Giorgio di Rovagnate e Monticello di Olgiate.

L'incontro col ramo di Lecco deve aver avuto luogo nei paraggi dello sbocco della valle di Rovagnate nella valle della Mòlgora.

I numerosi sopraluoghi da me compiuti nel territorio in esame, mi consentono di tracciare con sicurezza i confini alti del morenico.

Dico subito che mentre sul fianco sud della valle il morenico è abbondante, non così è, soprattutto in alto e specie nel tratto compreso tra Tremonte e Mondònico, sul fianco nord.

La forma di questi depositi morenici corrispondenti al limite alto può essere quella del «cordone», oppure i depositi possono risultare di semplici erratici e materiale minuto, sparso.

Iniziamo da Poggio Traveggia (*fianco sud* fig. 1). Bel cordone, ben conservato, che si sviluppa, in senso di SE, mantenendo la forma e leggermente digradando dai metri 535 ai metri 450, fino a «Quattro strade», per oltre due chilometri. Qui il morenico rimonta, non più sotto forma di cordone, il fianco settentrionale del dosso eocenico contrassegnato con quota 478, ad ovest di Cereda, forma il ripiano su cui è Cereda, interessa il fianco di NE di quota 449, sempre perdendo quota, sotto forma di morenico sparso e di qualche pianoretto, si addossa alla falda settentrionale del rilievo cretacico di Monte, tra Sara e Casternago, e si vedono gli ultimi erratici, sui m. 320, nei pressi e poco sopra la casc. Malpensata.

A questo punto la lingua della valle di Rovagnate doveva essere esaurita, ed è proprio questo progressivo e regolare abbassarsi di quota, oltre ad altri fatti, che induce a ritenere come il congiungimento dei due rami di Rovagnate e di Lecco abbia avuto luogo nei paraggi di Monticello di Olgiate, anzichè a S. Giorgio di Rovagnate, come sostiene il Venzo [1].

Per completare la descrizione dei depositi morenici più alti del fianco sud della valle di Rovagnate, devo aggiungere subito che, all'immediato N-O di Lissolo, vediamo morenico, poggiante su roccia in posto e rappresentato da massi erratici sparsi, alquanto più in sù della cresta del sopradescritto cordone morenico (che

---

[1] S. Venzo, *Rilevamento geomorfologico dell'Apparato Morenico dell'Adda di Lecco.* Atti Soc. It. Sc. Nat. vol. LXXXVII (1948) pag. 198.

qui è alquanto abbassato, penso per una limitata tracimazione in senso di SO, verso la conca di Crippa), e precisamente fino in vetta al dosso su cui è il «crocione» di Lissolo (m.545 circa) (fig. 2).

Ma su questo fatto torneremo in seguito.

Andiamo ora a descrivere il corrispettivo morenico alto sul *fianco settentrionale* della valle.

Il ghiacciaio che, addossandosi sul fianco occidentale del gruppo del S. Genesio, aveva depositato il magnifico cordone morenico di casc. Polgina (m. 666), a Nava era ancora alto sui metri 610. Comunque penso che abbia raggiunto la sommità del colle del Campanone della Brianza (metri 627), che si erge un chilometro circa più a sud, blandamente rimontando l'ostacolo.

Lo stesso fatto, se non ci sono altre spiegazioni, deve essersi verificato in rapporto alla accennata qnota 478 ad ovest di Cereda sul cui fianco settentrionale noi vediamo grossi erratici fin sui 470 metri, mentre in località «quattro strade» (450), avanti l'ostacolo, il morenico è più basso.

Il ghiacciaio comunque se è giunto sulla sommità del Campanone della Brianza, come mi pare non si possa dubitare, non l'ha completamente sommerso, ma lo ha girato, perchè il fianco di SE è sgombro di morenico.

Il morenico si segue sul fianco Ovest. Dalla vetta scende ripidamente di quota, costituendo bei depositi a massi erratici, senza assumere la forma del cordone, perchè ripida la parete, e sopra la casc. Ceppetto è già a 500 m.

Oltre il vallone della Bevera, procedendo in senso di S E sul fianco sud del S. Genesio, dal detto vallone fino a Mondonico dobbiamo andare alla ricerca del morenico, perchè veramente non si lascia vedere data la sua eseguità, a differenza di quanto osserviamo sul fianco opposto.

Abbiamo un limitato ripiano sopra Hoé inf., sui 470 metri, con massi erratici. Proseguendo, blandi sintomi a casc. Giacomina. Per giunta un importantissimo documento a casc. Campanelli (non segnata sulla carta, tra casc. Giacomina e casc. Pentura), sui 440 metri, rappresentato da un grosso erratico di serizzo ghiandone di circa m. $4 \times 4 \times 1{,}5$.

L'altezza omologa del fianco opposto si aggira pure sui 440 metri, ma, come detto, il morenico da quel lato è abbondante.

Pure la sommità del poggio, ad ossatura rocciosa, della «torre» di Tremonte, sui metri 400, è interessata da pochis-

simo morenico, tutti i ter reni circostanti sono però visibilmente cretacici.

Morenico scarso ho visto sopra Cornera, come pure a Dosso, inoltre sotto Fraino e, ultimo, in un valloncello tra Fraino e « La Ca' », sui metri 350.

Questo dicasi por il morenico alto sul fianco Sud del S. Genesio e facente capo alla colata di Rovagnate, perchè portandoci verso Est e cioè a Squadra, Monastirolo, il morenico s' innalza immediatamente e ripidamente, dal momento che c' imbattiamo nel « sasso » di Monastirolo (440), sul ciglio destro del vallone aperto in cretacico. Ma questo morenico fa già capo alla colata di Lecco e il sasso di Monastirolo deve mettersi in collegamento col cordone, sui metri 580, soprastante alla casc. Cavazzolo, sul fianco orientale del S. Genesio.

Al disopra delle descritte linee-limite, non havvi altro morenico.

Io ritengo che il congiungimento tra la colata di Rovagnate e il ramo di Lecco abbia avuto luogo solo nel periodo (che chiameremo periodo di acme) in cui i fianchi del ghiacciaio coincidevano con le dette linee.

Già ho detto come, a mio giudizio, l' area dove è avvenuto tale congiungimento doveva essere quella di Monticello di Olgiate.

Pur facendo però un esame diligente sul posto, è difficile dire con sicurezza quali sono i depositi residuati delle due fronti fuse.

Più che i depositi è la caratteristica morfologia prodotta dal grande passaggio di acque, i poggi aggirati, le molte erosioni che danno consistenza all' idea che questo sia stato il teatro dell' incontro delle due fronti (fig. 3).

Pertinente al ramo di Lecco è il poco morenico sparso sul poggio roccioso (alla cui base é la fabbrica di cemento) individuato da quota 369, a nord di Olgiate.

La collina morenica della Pilata, più a sud, la cui ossatura penso sia pure rocciosa (la roccia occhieggia sul lato di sud-ovest), rappresenta un lembo residuato della cerchia tipica del ramo di Lecco.

Altro morenico in loco, pertinente al ramo di Lecco, è l' anfiteatro di Olcellera (ben conservato) (fig. 4) e quello di Buon Martino-Buttero (quasi completamente demolito), (fig. 5), inizialmente congiungente i rilievi contrassegnati dalle due ac-

cennate quote 369 e 366. Questi due anfiteatri però rappresentano già una fase di ritiro.

Si potrebbe pure considerare pertinente al ramo di Lecco il poco morenico sparso sugli accennati dossi aggirati, sopra accennati, la cui ossatura è per lo più costituita dalle molere locali, quale è quello di S. Donnino.

Più ad ovest, in corrispondenza del meridlano di Monticello sono presenti due rilievi, con direzione nord-sud, uno a nord di Monticello ed uno a sud, contrassegnati rispettivamente dalle quote 326, 333, morenici.

Sono questi forse i depositi frontali residuati dall'incontro delle due colate? Io propendo a credere che già fanno parte del ramo di Rovagnate. Come pure ritengo che il piccolo dosso morenico di Casternago e la striscia su cui è Montalbano (quota 346, all'immediato NO di questa ultima località, ha già ossatura rocciosa) rappresentino lembi residuati della fronte del ramo di Rovagnate, spostata a sud, già in ritiro.

In rapporto a questo spostamento del giacciaio verso il fianco sud della valle di Rovagnate, occorre premettere qualche particolare.

Il tratto della valle compreso tra S. Giorgio e Monticello è diviso medialmente da un diaframma roccioso, longitudinale alla valle. Superato il periodo di acme durante il quale anche la cresta del detto diaframma era sommersa, talchè oggi si vede ricoperta di morenico; staccatosi il fianco sinistro del ghiacciaio dalla falda meridionale del S. Genesio per riduzione dell'area glacializzata, avendo, penso, la testata di N O di detto diaframma roccioso funzionato da ostacolo, questa ha fatto si che la colata di ghiaccio, anzichè biforcarsi, abbia costituito anfiteatro tra S. Maria Hoé e S. Giorgio e la porzione frontale si sia convogliata verso S E mantenendosi perciò tra il versante di S O del detto diaframma ed il fianco meridionale della valle di Rovagnate.

A questo momento, cioè dopo il periodo di acme, corrisponde il formarsi della morena laterale sinistra su cui è Hoé, superiore e inferiore, (fig. 6), attualmente profondamente incisa dal T. Bevera, le cui acque, prima che divergessero verso NO attraverso detta incisura, dovevano dirigersi verso Tremonte, (SE), attraverso una « porta » tuttora visibile, in prossimità del « palazzetto », vicino all'ospedale di S. Maria Hoè, e la cui soglia è a circa metri 370 (fig. 7).

In corrispondenza del formarsi di questa morena laterale di

Hoé (da non confondersi con S. Maria Hoé), dell'anfiteatro alto sopra S. Giorgio (fig. 8) (in evidenza Cascina Roccolo in cresta), e del piegare della porzione frontale verso Cascina Belgiglio-Albareda; sul lato sud della valle, poco a valle di Bernaga superiore, ritengo abbia avuto luogo lo sdoppiamento della « tipica », colla formazione del cordone diretto a casc. Campo, la cui porzione frontale a me sembra individuarsi nel poggio residuato di quota 362, a nord di Crescenzaga, girato dalle acque, che, coi depositi morenici di Belgiglio-Albareda, doveva formare la fronte di questa lingua di ghiaccio piazzatasi al di quà del diaframma. In corrispondenza di detta fronte abbiamo una « porta » la cui soglia è a sua volta abbassata dal passaggio di terrazzo più basso proveniente da cerchia più interna di cui parleremo tra poco.

Per le cerchie degradanti e sottostanti alla « tipica » di Poggio Traveggia, meglio che ogni descrizione varrà uno sguardo alla cartina (Tav. XIV). Sul lato sud sono ben rilevabili quella di Ceregallo e della casc. Casuerchio. La prima, assai bella a Burnò ed a Ceregallo, prosegue, sotto forma di qualche terrazzo, fino a Perego (Perego è su roccia), e pare vada a coordinarsi con quel moncherone di morena che, proveniente da S. Giorgio di Rovagnate, è tronca alla provinciale (fig. 8 e fig. 11).

La seconda, transitando poco sopra Resempiano, ha un decorso molto ben visibile fino a casc. Casuerchio. La flessura di villa Biscia può essere stata causata dall'ossatura rocciosa che è sotto villa Biscia stessa.

Tra villa Biscia e Rovagnate paese, in località S. Caterina, abbiamo una rottura da cui esce un terrazzo che è il terrazzo più basso della valle di Rovagnate nella porzione ad est di Perego, con pendenza verso S-E, l'ultimo ad idrografia centrifuga.

Per chi ami contrarre diretta conoscenza con queste morene della valle di Rovagnate, un bel profilo da percorrersi a piedi (degradando in linea retta) è quello secondo il quale, partendo dal poggio Traveggia, si scende a Resempiano passando per Ceregallo (fig. 9).

Ora dobbiamo intrattenerci sulla quarta cerchia, quella cioè di Cologna-Insiraga-Romitaggio che si presta a delle considerazioni (fig. 10). Presenta degli aspetti, nella struttura, diversi dalle precedenti. La disposizione degli elementi, grossi e piccoli, nelle precedenti, come in generale in tutti i depositi morenici, è caotica (fig. 11), qui invece, pur essendo presente anche qualche masso

di discrete dimensioni, e ciottoli striati, la disposizione è tendenzialmente stratificata, come può rilevarsi dalla fotografia (fig. 12).

La forma dell'arco è assai bella, caratteristica poi una « porta », una incisione che, per non essere molto larga, sembra fatta o completata, quasi, dall'opera dell'uomo (fig. 13).

Ma il fatto più importante è che sembra appoggiata su un deposito di argille di origine lacustre. Da notarsi che, ancor più all'interno di questa cerchia, abbiamo altra, quella di Boffalora-Bevera, di cui parleremo tra breve.

Orbene nell'area sia all'immediato esterno della cerchia di Cologna-Insiraga (laddove oggi sorge la grande fornace per laterizi « Val Bevera »), come all'interno, tra la cerchia Cologna-Insiraga-Romitaggio e la cerchia Boffalora-Bevera, sono presenti ingenti depositi di argille (fig. 10).

Indubbiamente qui si è istituito uno specchio lacustre che deve essere durato a lungo. Parecchie fornaci hanno lavorato in passato e lavorano al presente nello sfruttamento delle argille che si presentano di color cenerino.

Sembra che tali argille sottostanno alla cerchia morenica di Cologna-Insiraga.

Non sono evidenti sintomi che fanno pensare la stessa cosa in rapporto alla cerchia di Boffalora-Bevera, all'immediato esterno della quale (nei paraggi di Inellone) sono presenti depositi di sabbie fini, ghiaiosette, in parte stratificate che sembrano formare la porzione più esterna dell'arco stesso.

Evidentemente, ove fosse dimostrato che la cerchia di Cologna-Insiraga, poggia sulle argille, il fatto avrebbe un'importanza considerevole e non ho mancato di farlo rilevare in un mio precedente lavoro.

Per esempio ci si potrebbe porre il quesito se queste argille siano molto antiche, omologabili alle argille dal Nangeroni definite « günziane », nel Varesotto.

A me questo pare di poter escludere, facendo giocare l'analogia che corre tra depositi analoghi presenti in altri settori e la cui formazione è visibilmente in rapporto con le circostanti morene recenti.

Ove peró fosse dimostrato il fatto stratigrafico, specie poi ove ne fosse individuata la potenza, dette argille potrebbero avere il significato di deposito interglaciale o quanto meno interstadiale.

Il fatto di vedere argille all'esterno, argille all'interno della cerchia, e pure la soglia della «porta» incisa in argilla induce ad ammettere che le argille sono sottoposte.

Però, attesa l'importanza delle conclusioni che se ne dovrebbero derivare, io insisterei, mi si consenta l'esigenza, perchè si debba procedere ad una trivellazione, sia pure a solo scopo scientifico. Non è a dire il beneficio che deriverebbe al consolidamento delle teorie da un dato sicuro, incontrovertibile, di fronte ad un profilo che ha tutta la verosimiglianza di avere un significato, ma che, al limite, potrebbe essere messo in dubbio.

Con la cerchia di Cologna-Insiraga è inaugurata la idrografia centripeta. Basti rilevare che mentre la soglia della «porta» tra Perego e Rovagnate è sui 325 metri, la soglia sotto Insiraga è a metri 290. Le acque del ghiacciaio appiattito sul fondo valle e con la fronte a Insiraga, non potevano più convogliarsi verso SE.

Altre poche cose si possono dire in rapporto alla cerchia di Boffalora - Bevera. Questa nel suo versante esterno (Inellone), come ho già detto, sembra costituita di sabbie fini. Niente di straordinario perchè fenomeni del genere vediamo nel comasco, (per esempio ad Acquanegra), nei pressi di S. Zeno (anfiteatro di Boffalora, del ramo di Lecco), ecc., e in generale nell'ambito delle ultimissime cerchie, prossime all'esaurirsi della glaciazione ed all'istituirsi dei laghi.

Però qui ad Inellone, sembra un fatto locale. Da Inellone, spostandoci verso Boffalora o verso Bevera, la cerchia presenta la normale costituzione del solito morenico a massi erratici.

La «porta» è alla Moiachina, ed altra un centinaio di metri più ad ovest, prima della salita verso Bevera. Il piano che si coordina con detta soglia è la conca di Sirone (270-280).

Non si può chiudere questa descrizione senza fare qualche considerazione circa la possibilità o meno di procedere a qualche distinzione in seno ai depositi, nel senso di assegnarli a questa o a quest'altra glaciazione.

Escludo, a parer mio, la presenza, in val di Rovagnate, di depositi che si possono attribuire alla seconda glaciazione (Mindel-ferretto), che viceversa vediamo subito dopo lo sbocco della valle di Rovagnate, sul versante destro della valle della Molgora.

Se dovessi condividere il criterio di qualche Autore che si orienta nel senso di individuare il Mindel nei massi erratici sparsi, al di sopra dei più alti cordoni morenici, senz'altro dovrei chiamare « Mindel » gli erratici che stanno sul poggio del « crocione » di Lissolo, o i massi sopra Cereda, o l'erratico di casc. Campanelli.

Pur con la massima considerazione per il giudizio altrui, ritengo di aver dimostrato in precedente lavoro che, almeno in tutto il territorio da me studiato (dall'Adda all'Olona) per la peculiare composizione dei depositi del « ferretto », nei quali, nella quasi totalità, sono assenti i grossi massi, non si possono attribuire al Mindel i massi erratici dislocati in alto allegando il motivo che, essendo i depositi del « ferretto » i più esterni al piano, ad essi deve necessariamente corrispondere il morenico più alto a monte.

I depositi portati dai ghiacciai, (mi si consenta di dirlo per coloro che sono al di fuori di questi studi) a differenza di quelli portati dalle acque dove evidentemente gli elementi grossi rimangono a monte ed i minuti trascinati a valle, hanno la stessa caotica ed eterogenea composizione, anche rispetto alla grossezza, sia a monte che a valle. Ora se nei depositi del « ferretto » delle nostre latitudini non vediamo massi grossi e tanto meno enormi, come si possono attribuire al Mindel massi erratici per il semplice fatto che sono i più alti?

Ma anche nell'ambito del Riss-Würm, non è facile procedere a discriminazioni che abbiano un fondamento decisivo.

Premetto che, dopo aver riconosciuto la fondatezza dello schema del Penck in seguito alle indagini da me estese nel Canturino Comasco, dove Riss e Würm si presentano con caratteristiche diverse ben rilevabili (vedi mio lavoro precedente del 1953), considero punto fermo, nell'aderenza del detto schema alla realtà dei nostri terreni, individuare il Würm nella « cerchia tipica » ed altre con essa facenti sistema.

Che cosa è la cerchia tipica? E' un cordone o arco morenico avente requisiti di imponenza, di rilevatezza, in confronto di altri, più esterni (Riss) o più interni (würmiane di ritiro), con composizione che ricorda i tipici tagli di Monticello Brianza, di Cantù, ecc., con ciottoli calcarei striati quasi subito sotto la superficie del suolo (un metro ed anche meno).

Esempi di tratti di cerchia tipica presi nei vari settori: la morena laterale di Carenno, quella di Cascina Faida (Val di Pontida), l'arco maggiore dell'anfiteatro di Villa d'Adda, quello cioè su cui è casc. Cadernoldo e Grumeslano, la morena di casc. Polgina, sul versante occidentale del S. Genesio, l'arco morenico di Villa Biffi, nel meratese, quello di Monticello Brianza, quello su cui è Cantù, ecc.. È quanto di più bello e di maestoso offrono gli anfiteatri morenici.

Con questo non si vuol dire che la cerchia tipica sia stata dapositata ininterrottamente con tali requisiti. Specie sui fianchi dei rilievi rocciosi, dove é mancato il supporto o è venuto meno il materiale, o laddove le emergenze rocciose in posto non hanno consentito il dispiegarsi degli archi o il regolare disporsi dei cordoni può essere surrogata da semplici depositi, erratici sparsi, pianori, ecc.

Nella valle di Rovagnate, sul versante sud, la cerchia tipica è quella di Poggio Traveggia-Bernaga Superiore-Quattro Strade. Ne sono convinto per la rilevatezza del cordone, perchè si coordina e si continua con direzione di sud-ovest con la «tipica» di Monticello Brianza, perchè è costituita di depositi freschi come risulta da scavi visibili a casc. Giuditta, (tra Lissolo e Poggio Traveggia) e nei pressi di Bernaga Superiore.

A dirimere qualsiasi dubbio recentissimamente ho raccolto sulla superficie libera dei terreni, in cresta al detto cordone, ciottoli calcarei striati (nei terreni tipicamente rissiani, i ciottoli calcarei striati si raccolgono solo alcuni metri (3-4) sotto la superficie).

Il fatto poi che la cerchia tipica sia stata definita «Würm» dal Penck, autore dello schema, non deve essere sottovalutato, in quanto chè per l'esperienza che gli derivava dall'aver visitato tutti i versanti delle Alpi e per la conoscenza diretta degli innumerevoli depositi, aveva tutti i requisiti per un sicuro giudizio.

Mi si potrà obbiettare che nel mio lavoro del 1941 [1] io mettevo la cerchia tipica di Monticello Brianza (da non confondere con Monticello di Olgiate) come immediatamente successiva al «ferretto». Effettivamente tale mi sembrava la successione dei

---

[1] A. Riva, *Notizie sul «glaciale» della Brianza.* Boll. Soc. Geol. It. vol. LX 1941 fasc. 1, pag. 56.

terreni. I miei primi studi sul «glaciale» erano limitati alla Brianza p. d., e la Brianza non è il settore più adatto per distinguere il Riss dal Würm. Poichè non riscontravo gli estremi per adottare lo schema del Penck, mi sono limitato a parlare di successione di depositi.

Partendo dal punto fisso che il «ferretto» corrispondeva alla seconda glaciazione, inquantochè Nangeroni aveva dimostrato la presenza di «glaciale» sotto il «ceppo», [1] eppoichè, sopra il «ferretto», vedevo depositato il «glaciale a massi erratici», che è il solito che vediamo in Brianza e di cui risulta la cerchia tipica, ho ritenuto di attribuire questo alla terza glaciazione.

Il giorno in cui, muovendomi nel territorio di Bregnano, Puginate, Appiano ecc., ho visto che esisteva un glaciale molto esterno alla cerchia tipica, molto alterato per spessore di parecchi metri in superficie, e ne ho visti chiaramente i rapporti col «diluviale medio», (che non è interglaciale ma fa sistema col Riss), mi sono convinto della fondatezza dello schema del Penck [2]. In base alle ultime risultanze dei miei studi, il Riss in Brianza si limita a una stretta striscia marginale, morfologicamente poco evidente, all'esterno della cerchia tipica e, in connessione col «diluviale medio» (Carate B.za), oppure al contatto col «ferretto» (Casatenovo).

Ciò premesso, vediamo quali sono gli elementi nel territorio rappresentato dall'annessa cartina, che giocano in favore di una discriminazione del Riss del Würm, e quali no.

Dando uno sguardo alla carta e rilevando, nell'angolo in basso ed a sinistra, come anche l'area di Sirtori-Lissolo-Missaglia (questa località più in basso è fuori della carta) figura glacializzata, è esterna alla cerchia tipica di Poggio Traveggia e compresa nella linea limite dei massi erratici, ci si può chiedere se questo territorio è rissiano.

Premetto che il territorio fra Bernaga Superiore e Bernaga inferiore è coperto da una conoide morenica connessa con la cerchia tipica e con essa facente sistema. A S-SO di Lissolo la linea limite dei massi erratici corre sul fianco occidentale del

---

[1] G. Nangeroni, *Rilevam. geol. del territorio della Prov. di Varese*. 1° R. Istit. Tecn. «F. Daverio» Varese 1929.

[2] A. Riva, *Stato attuale dello studio del «Quaternario» ecc.* La Ricerca Scientifica, anno 23, N. 2 Febb. 1953 pag. 5.

gruppo cretacico del Montevecchia, tenendosi un po' sotto la cresta.

All'immediato sud di Cappelletta di Crippa gli erratici sono ancora a metri 450 circa, e poco a nord di Missaglia (Palazzone) il morenico più alto raggiunge ancora i metri 425. Dopo s'abbassa immediatamente mancando il supporto roccioso e si esaurisce a Missaglia, nei paraggi del tiro a segno.

Fanno pensare che l'area interposta tra la descritta linea-limite e la cerchia tipica di Monticello Brianza sia rissiana i seguenti fatti: la maggiore espansione del ghiacciaio per cui vediamo che tra la cerchia tipica e la linea-limite dei massi erratici decorre una distanza media di oltre un chilometro; a Missaglia non mi è stato dato finora di vedere qualche scasso profondo, ma nei paraggi del tiro a segno recentemente ho visto un limitato profilo che fa pensare al Riss (morenico su ferretto).

Per contro, i terreni dei dintorni di Crippa (questa località però è su roccia) hanno aspetto freschissimo, e a casc. Rengione, località interposta a media distanza tra Missaglia e la cerchia tipica, la parete di uno scavo in morenico presenta la tipica facies del morenico di Monticello Brianza, con ciottoli calcarei striati fin quasi in superficie.

Tra quota 531 (estremo ovest di Poggio Traveggia) e quota 496, a SO di Pozzo Freddo, (fig. 14-15) nella cerchia tipica è aperta una grande porta attraverso cui si potrebbe pensare sia tracimata una conoide di morenico, possa essere fuoriuscita una lingua del ghiacciaio würmiano che distesasi sull'area in parola possa aver lasciato gli anzidetti terreni.

Lo stesso ghiacciaio würmiano tra Pozzo Freddo e Monticello, prima di consolidare la propria fronte nella cerchia tipica potrebbe avere oscillato e spinto i propri materiali freschi fin contro il fianco roccioso del Montevecchia.

Ma ritorniamo alla valle che è oggetto del presente studio, limitatamente alla quale, per il momento, vorrei tirare qualche conclusione.

Per gli erratici sparsi presenti sul cucuzzolo del «crocione» di Lissolo, per i grossi massi di quota 478 sopra Cereda, per il morenico a 500 metri sopra Casc. Ceppetto (lato nord della valle) per i pochi erratici dislocati lungo la linea-limite tra Casc. Giacomina e Mondonico, specie per il masso di Casc. Campanelli,

si ripropone il problema: possono essere attribuiti, quanto meno, al Riss?

Anche qui ci sono elementi favorevoli a questa tesi ed altri contrari.

Il fatto di trovare morenico a 500 metri, al di sopra di casc. Ceppetto, e per giunta in apparenza alterato (il colore giallastro è dato oltre che dal fatto che il materiale è superficiale, anche perchè è frammisto alle arenarie locali alterate), quando sotto abbiamo il cordone di Hoè Superiore-Inferiore che ha tutta l'apparenza di essere la «tipica», è controbilanciato dall'altro fatto: che cioè a Poggio Traveggia, sulla sponda opposta ed ad altezza leggermente superiore ed in superficie a depositi omologhi ho trovato ciottoli calcarei striati freschissimi, come già ho precedentemente accennato.

Così pure al masso isolato di casc. Campanelli (440 metri circa) fa riscontro dall'altro lato un pianoretto (paraggi di Cereda, presso a poco alla stessa quota), a terreni freschissimi.

Lungo poi, presso a poco, la linea trasversale alla valle, congiungente casc. Campanelli con Cereda, in un punto mediale alla valle, e precisamente sui terreni più alti di casc. Roccolo (sopra S. Giorgio di Rovagnate) sui metri 425 ho raccolto ciottoli calcarei striati in superficie.

I massi sul cucuzzolo del «crocione» di Lissolo e poco sotto quota 478 di Cereda, depositati ad altitudine superiore alla cresta della «tipica» si potrebbero spiegare col tentativo del ghiacciaio, sotto la spinta da nord, di risalire l'ostacolo.

Di queste considerazioni, peregrinando di sopraluogo in sopraluogo, se ne fanno innumerevoli.

Chi vuol vedere il Riss, può disporre indubbiamente di qualche argomento; chi non trova elementi per discriminare depositi pertinenti a glaciazioni diverse, si sforza di darsi le spiegazioni possibili.

La conclusione è che qui, in val di Rovagnate (e ciò dicasi per la Brianza propriamente detta in genere) siamo ben lungi dal trovare quei contrasti morfologici e di facies, quella congruenza di fatti che facilitano la soluzione del problema come nel Canturino-Comasco.

Allo stato delle mie esperienze e conoscenze, io sono d'avviso che il morenico della Valle di Rovagnate è wurmiano.

In questo momento, ove fosse dimostrato che la cerchia di

Cologna-Insiraga poggia realmente su argille, propenderei a credere che la cerchia di Cologna-Insiraga sia stadiaria, un prodotto della oscillazione del ghiacciaio distanziata nel tempo. Ove si sostenesse la tesi che, in questo settore, rissiano è il cordone di Poggio Traveggia e wurmiana la morena di Cologna-Insiraga, io mi chiedo: e allora la cerchia di Asnago-Cermenate-Bregnano, certamente anteriore a quella di Cantù, che è la omologa a quella di Poggio Traveggia, che cosa è?

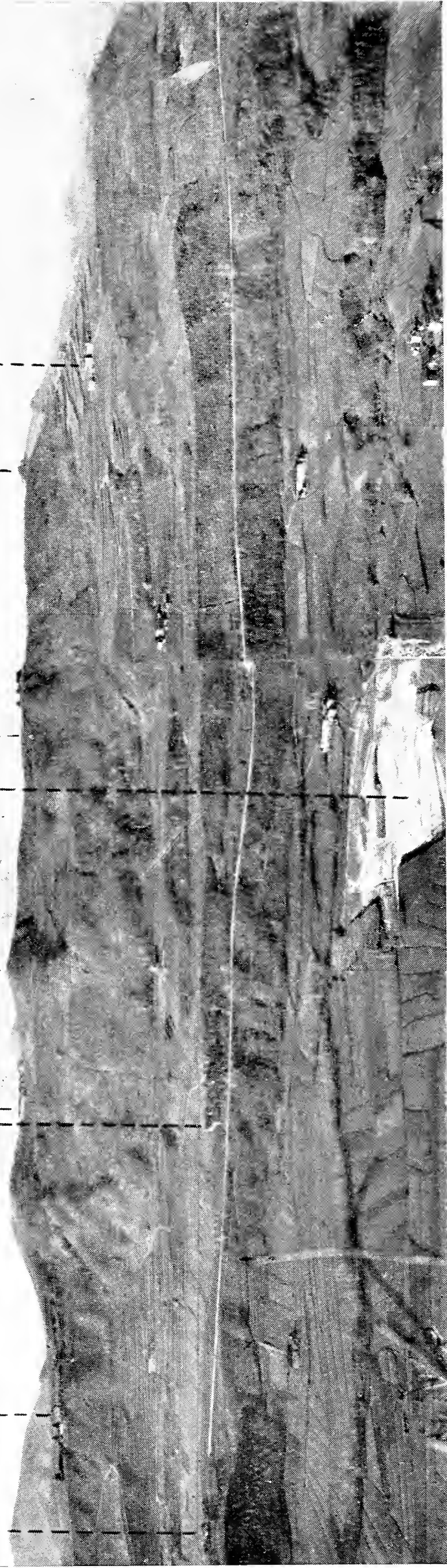
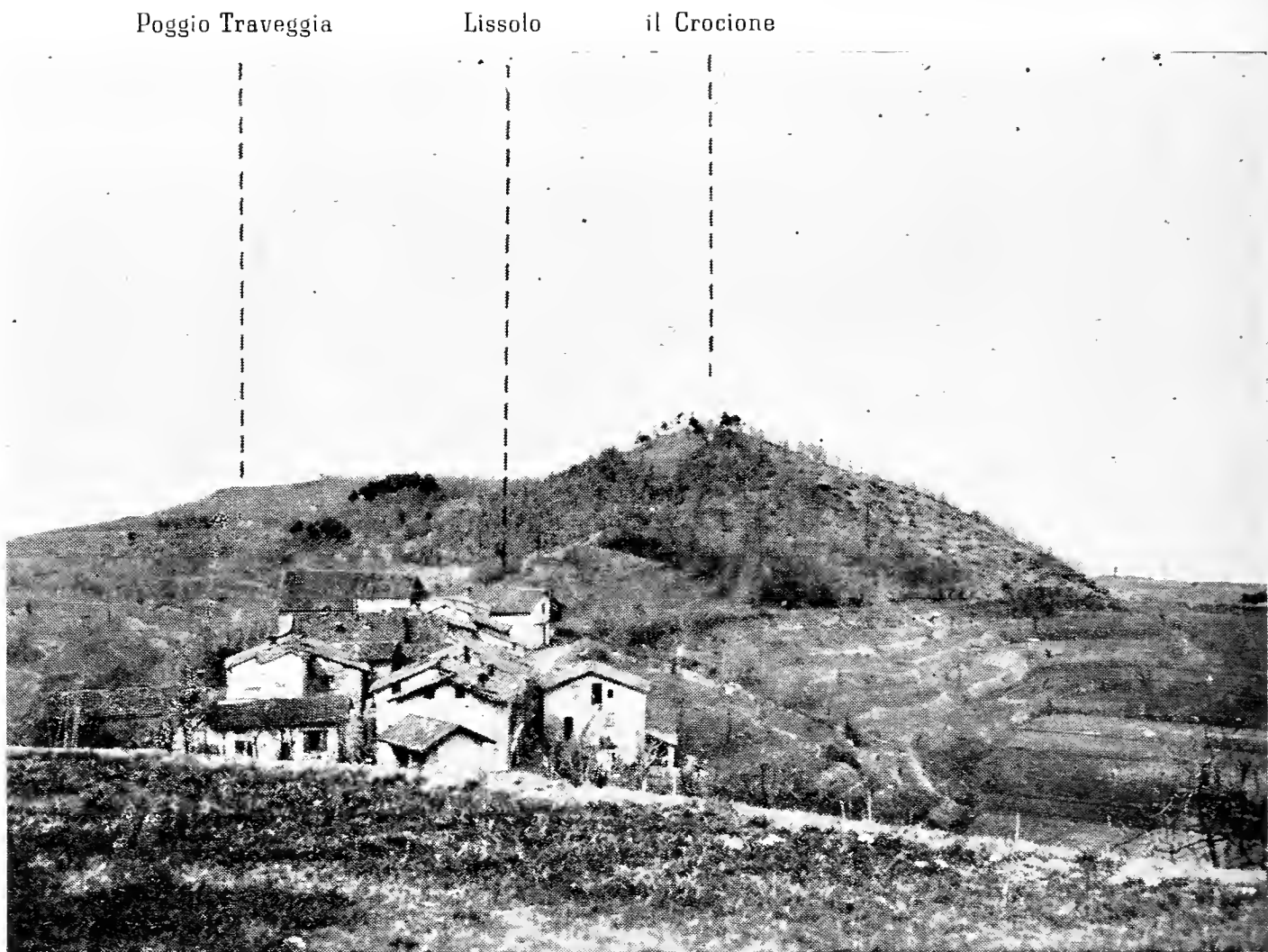
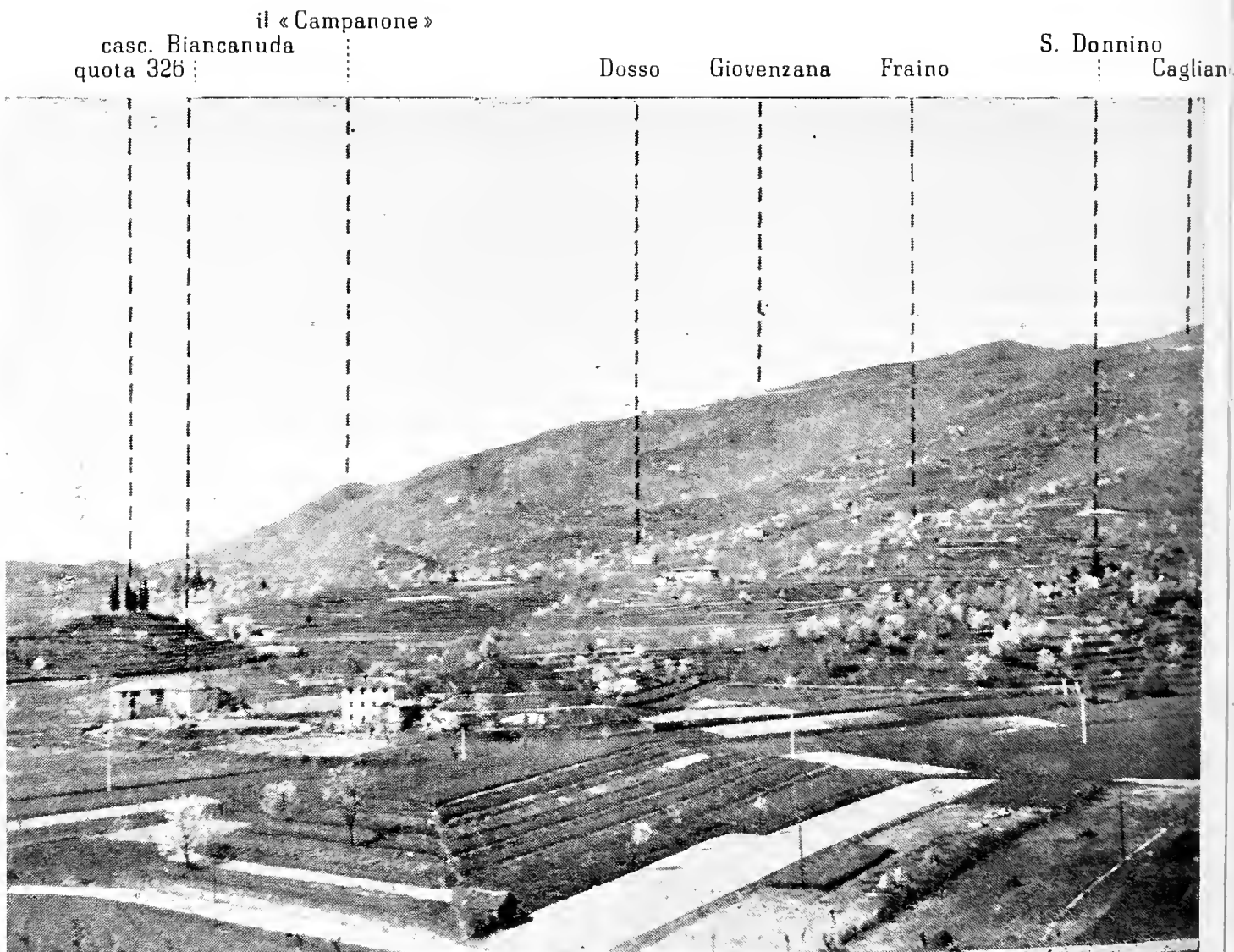
Si vede subito che lo schema del Penck, così formulato come è stato dal suo Autore e consistente di quattro glaciazioni, non potrebbe reggere, ed allora deve essere riveduto il significato dei termini componenti il celebre schema, a meno che ad essi non si voglia riservare un significato puramente storico.

(Neg. RIVA)

Fig. 1
Il fianco sud della Valle di Rovagnate vista dal poggio del « Campanone ».
A metà costa, lungo il cordone morenico di casc. Casuerchio, la strada Como-Brivio.

(Neg. Riva) Fig. 2
Lissolo e il « Crocione ».

(Neg. Riva) Fig. 3
La zona, a poggi aggirati, tra Monticello di Olgiate e la cerchia di Olcellera.

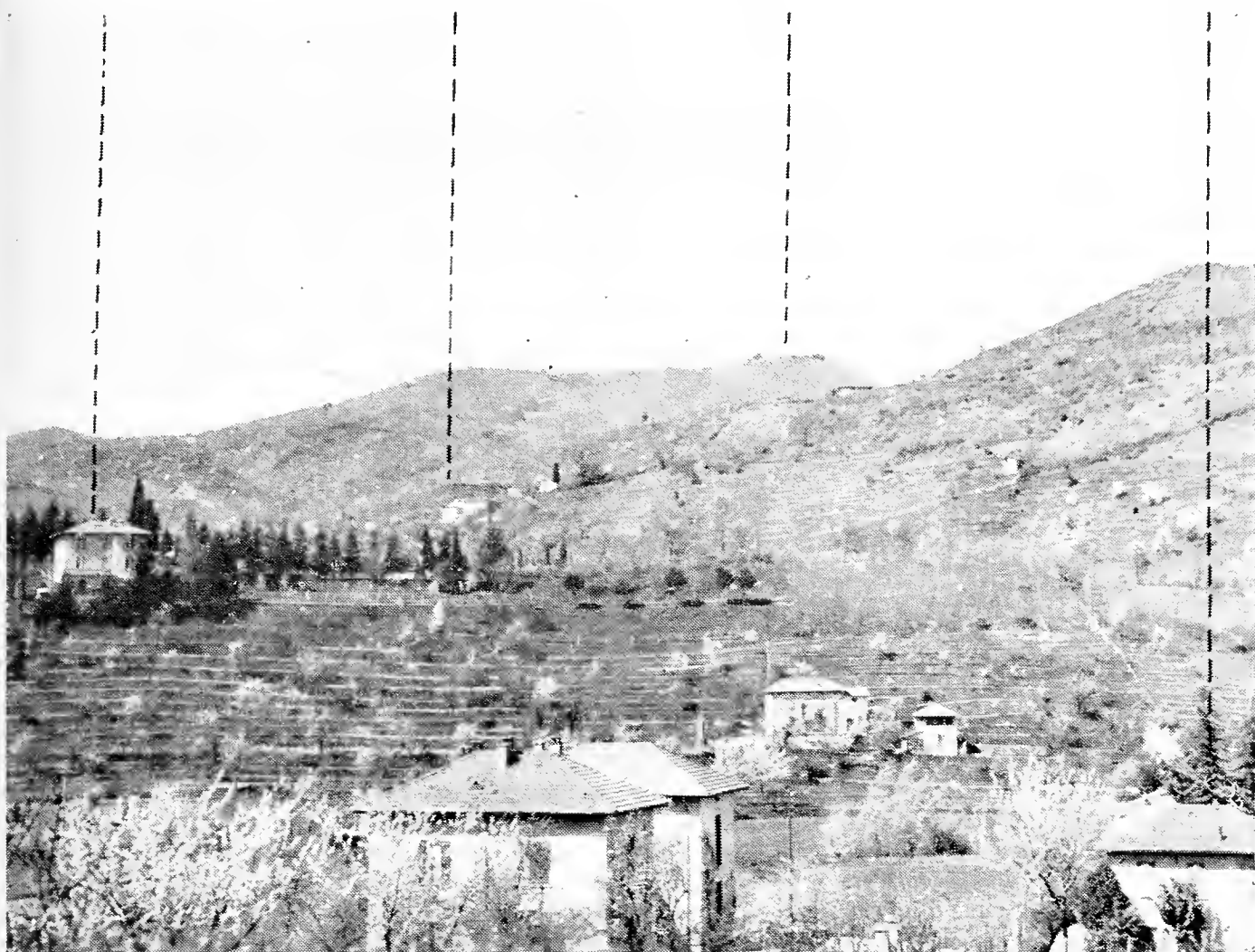
Villa Sala Case di Mondonico Convento S. Genesio Case di Olcellera

(Neg. RIVA)

Fig. 4
Anfiteatro di Olcellera

(Neg. RIVA)

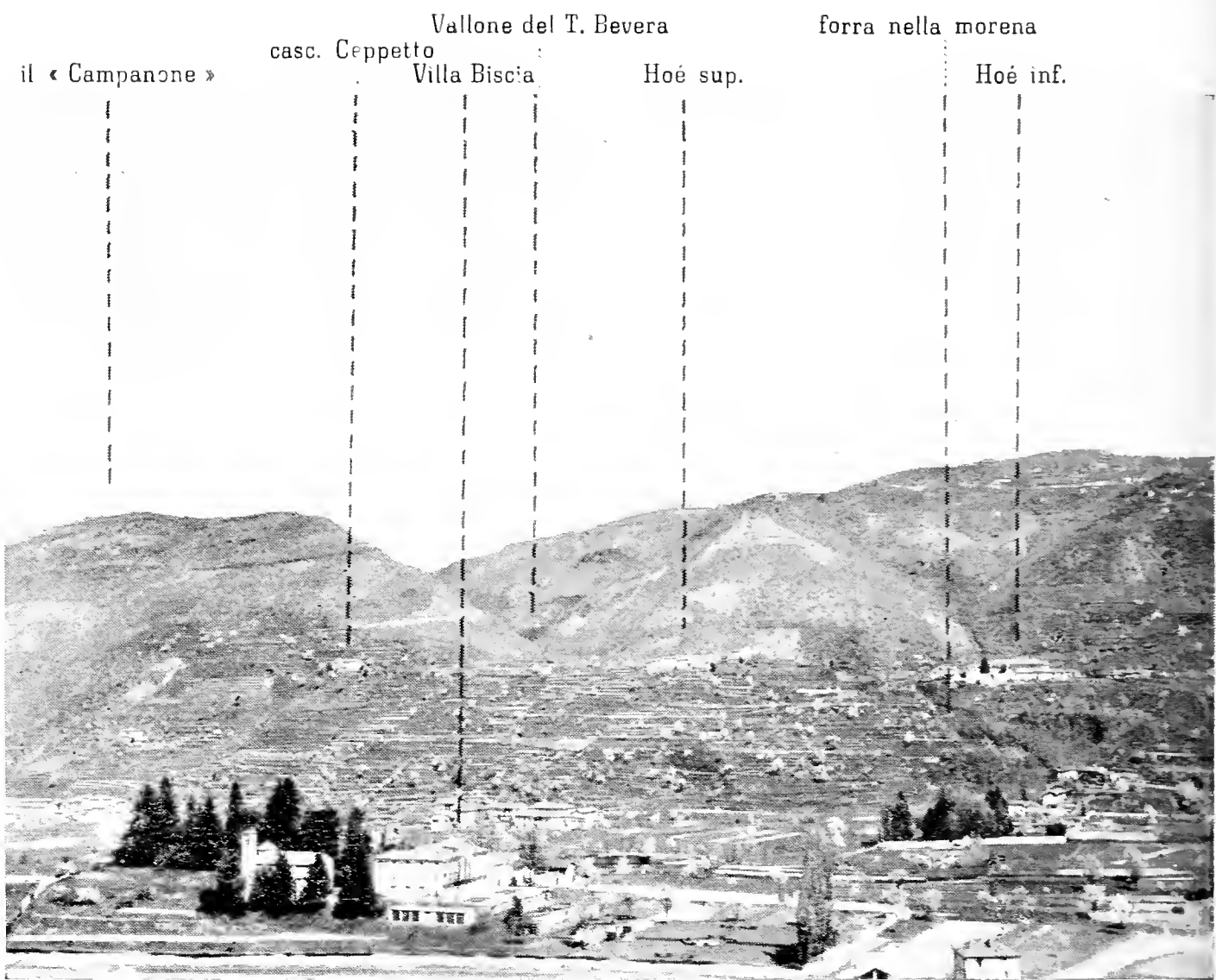
Fig. 5
Anfiteatro di Buonmartino - Buttero.

(Neg. Riva)

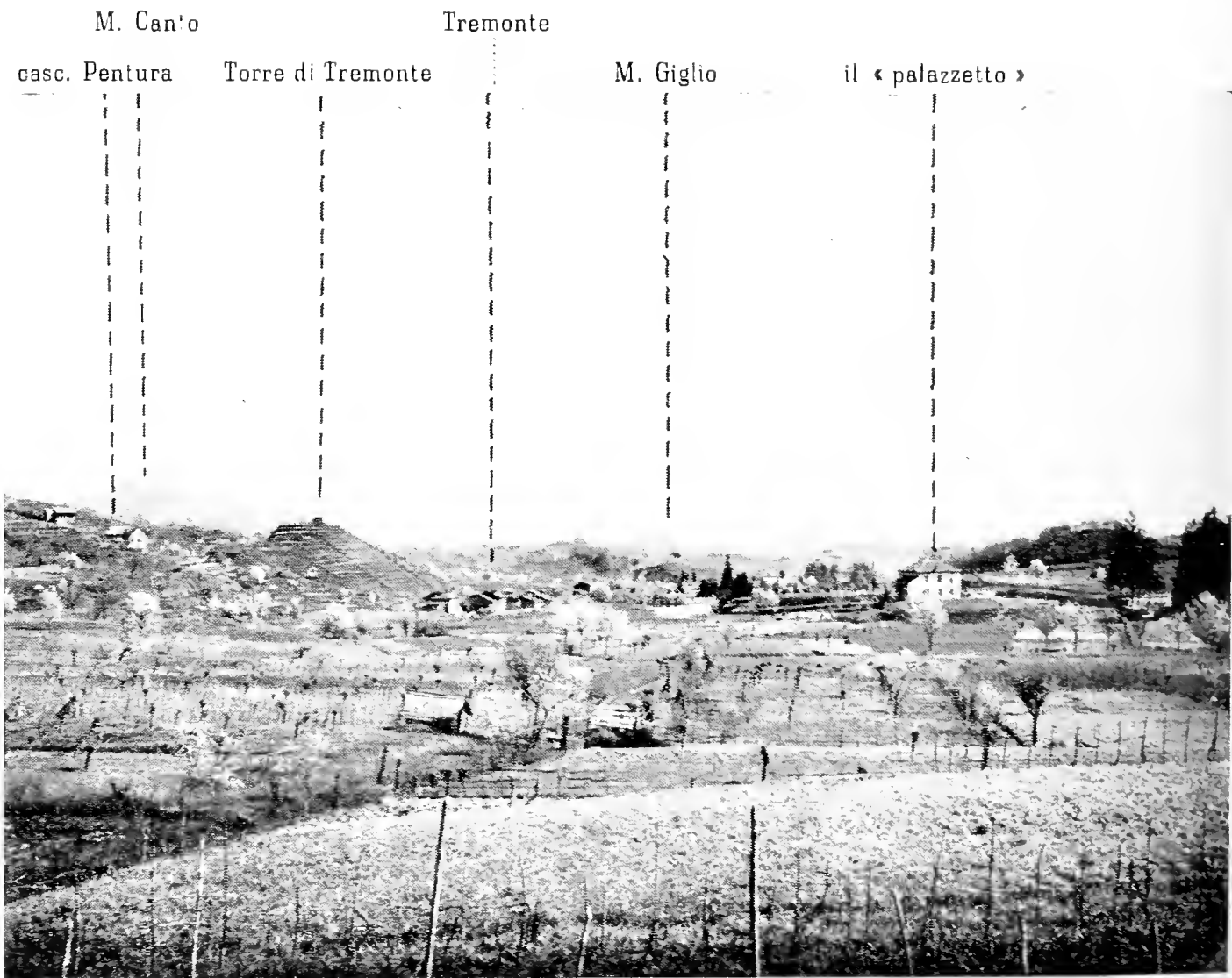
Fig. 6
Morena laterale di Hoé.

(Neg. Riva)

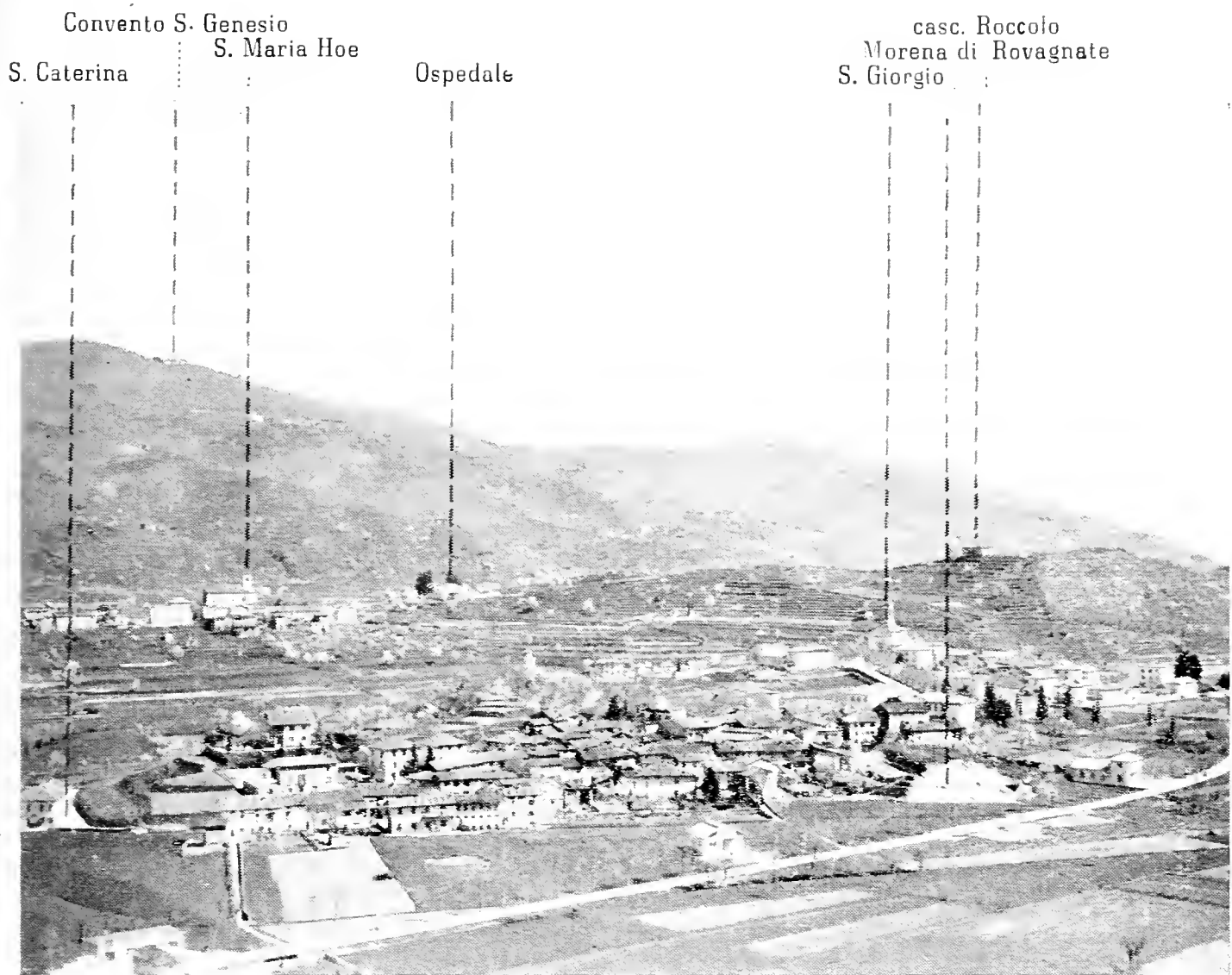
Fig. 7
La « porta » di Tremonte.

(Neg. Riva)

Fig. 8

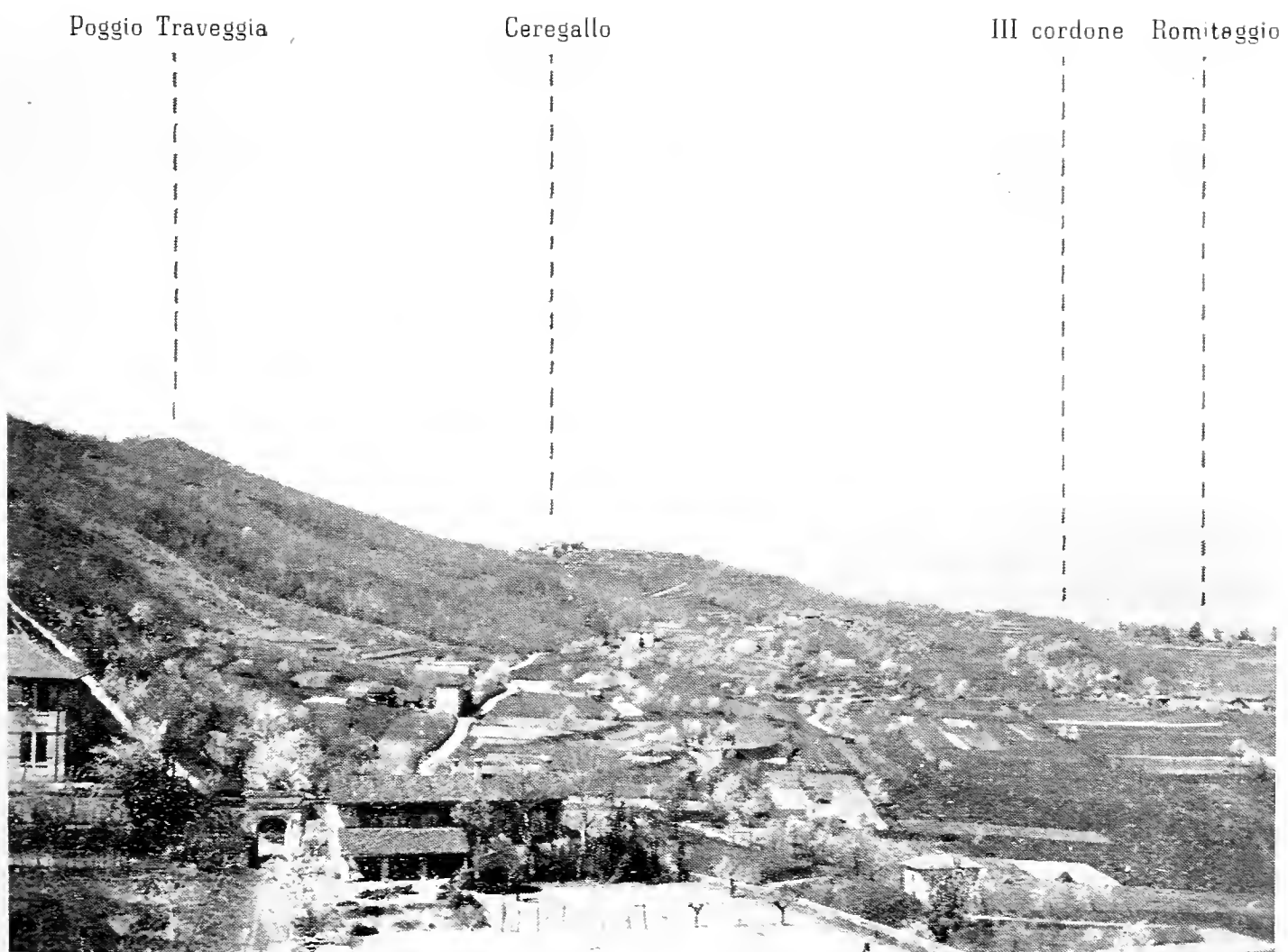
L'anfiteatro di S. Giorgio di Rovagnate

(Neg. Riva)

Fig. 9

Morene degradanti del fianco sud della Valle di Rovagnate (viste di fianco).

cordone di casc. Casuerchio

Romîtaggio

casc Insiraga

la « porta »

Argille

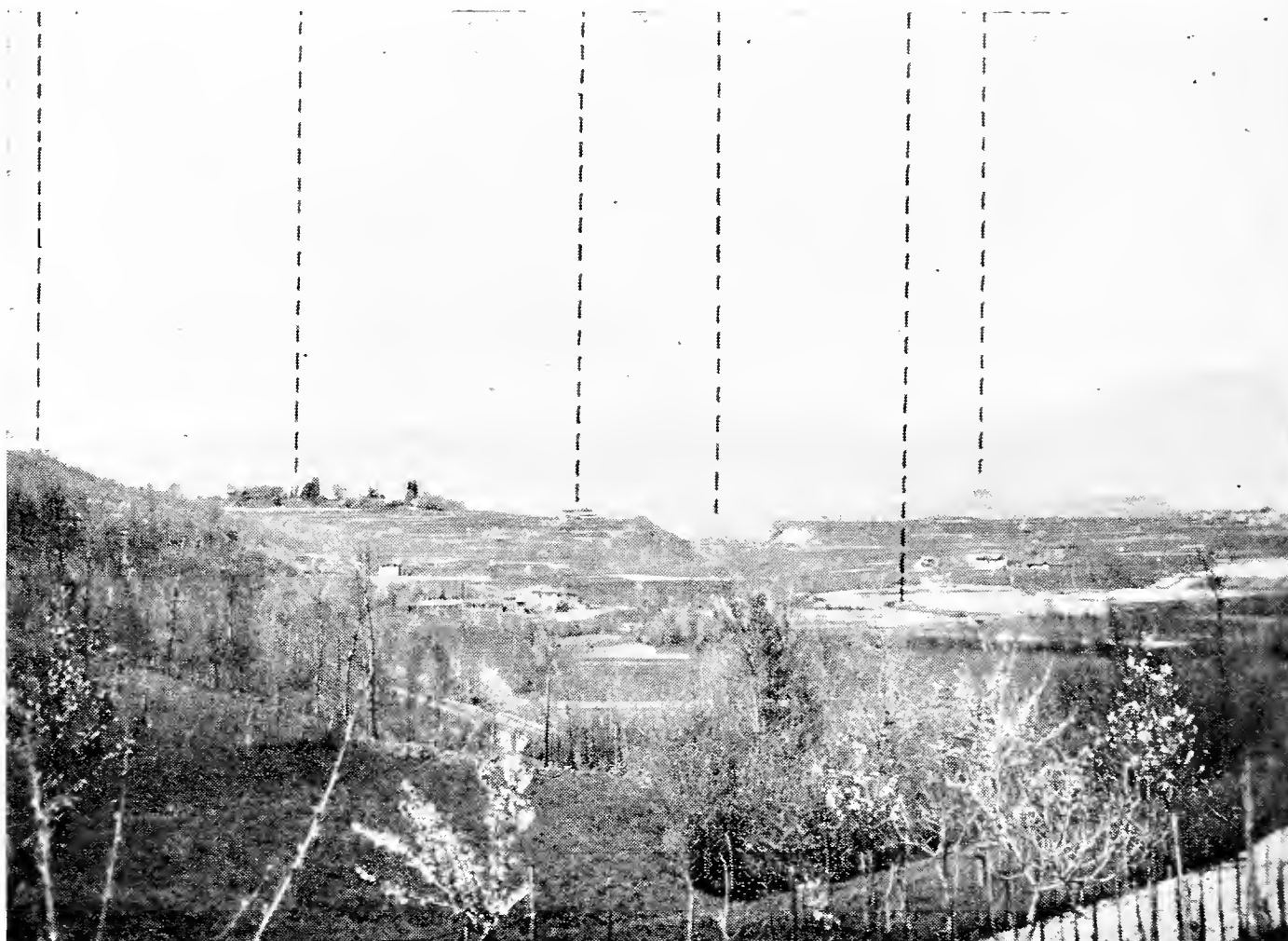
Collina di Sirone

(Neg. Riva)

Fig. 10

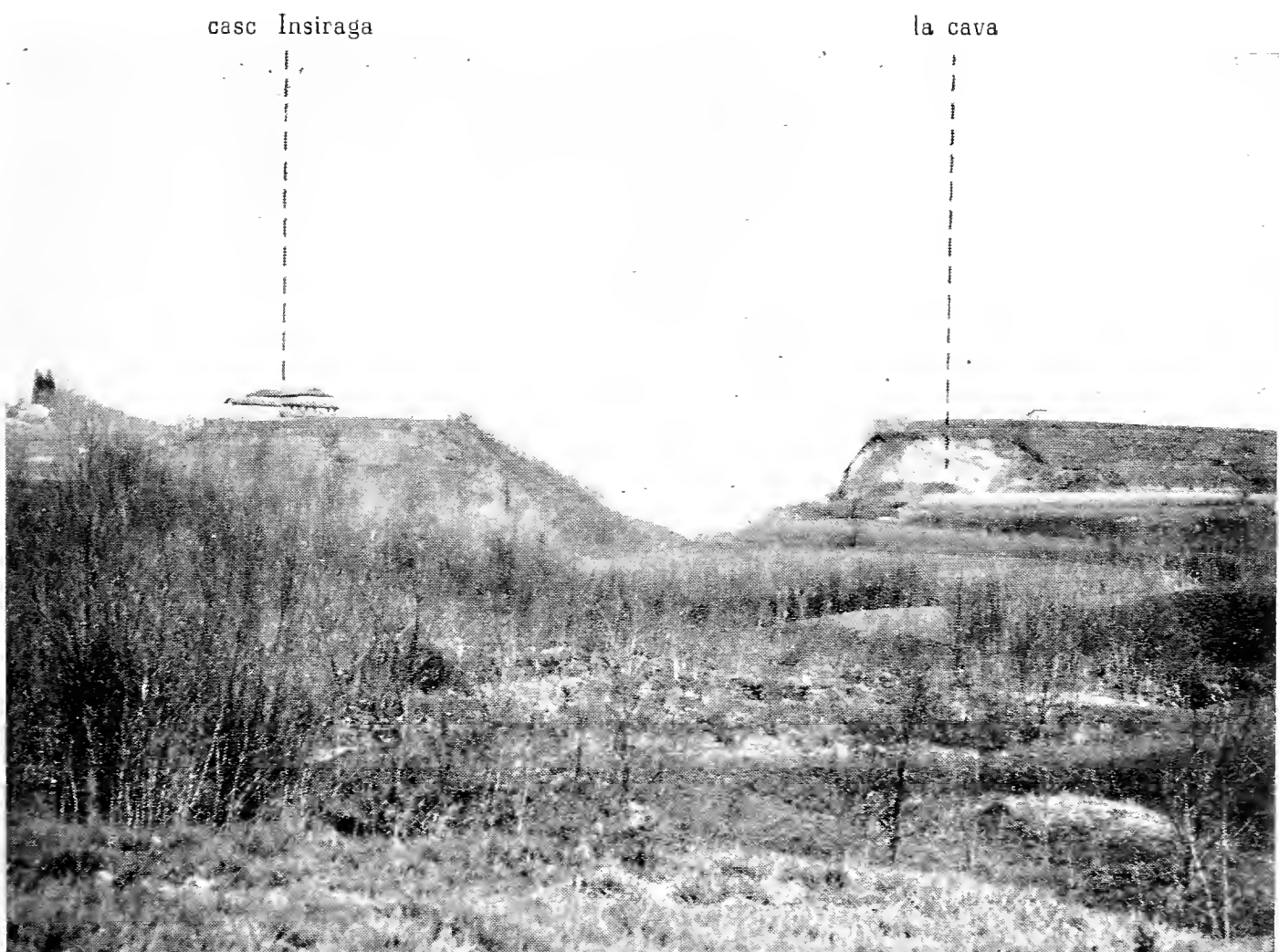
La cerchia di Cologna - Insiraga con la « porta » al centro.

(Neg. Riva)

Fig. 11

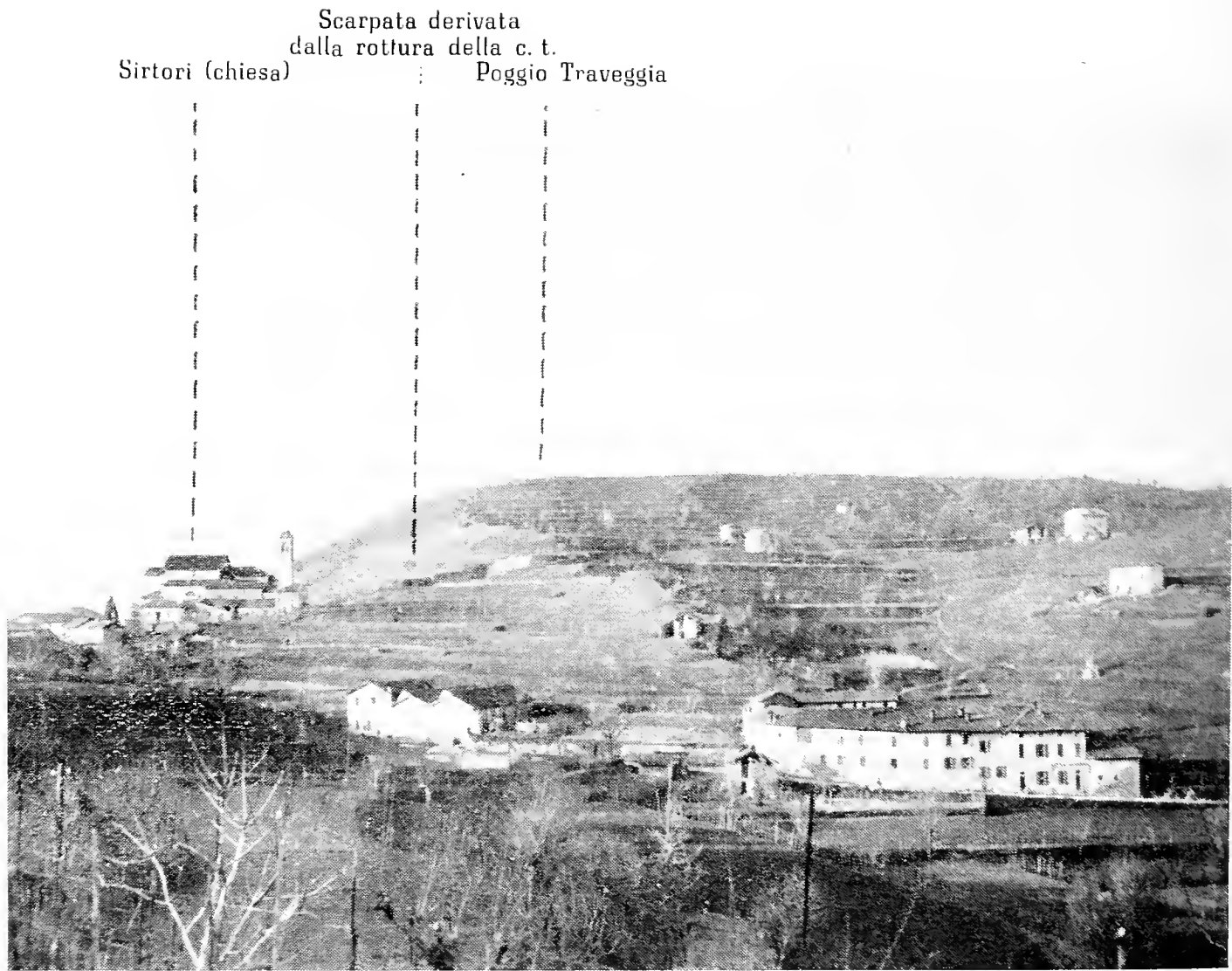
La morena di Rovagnate.

(Neg. Riva) Fig. 12

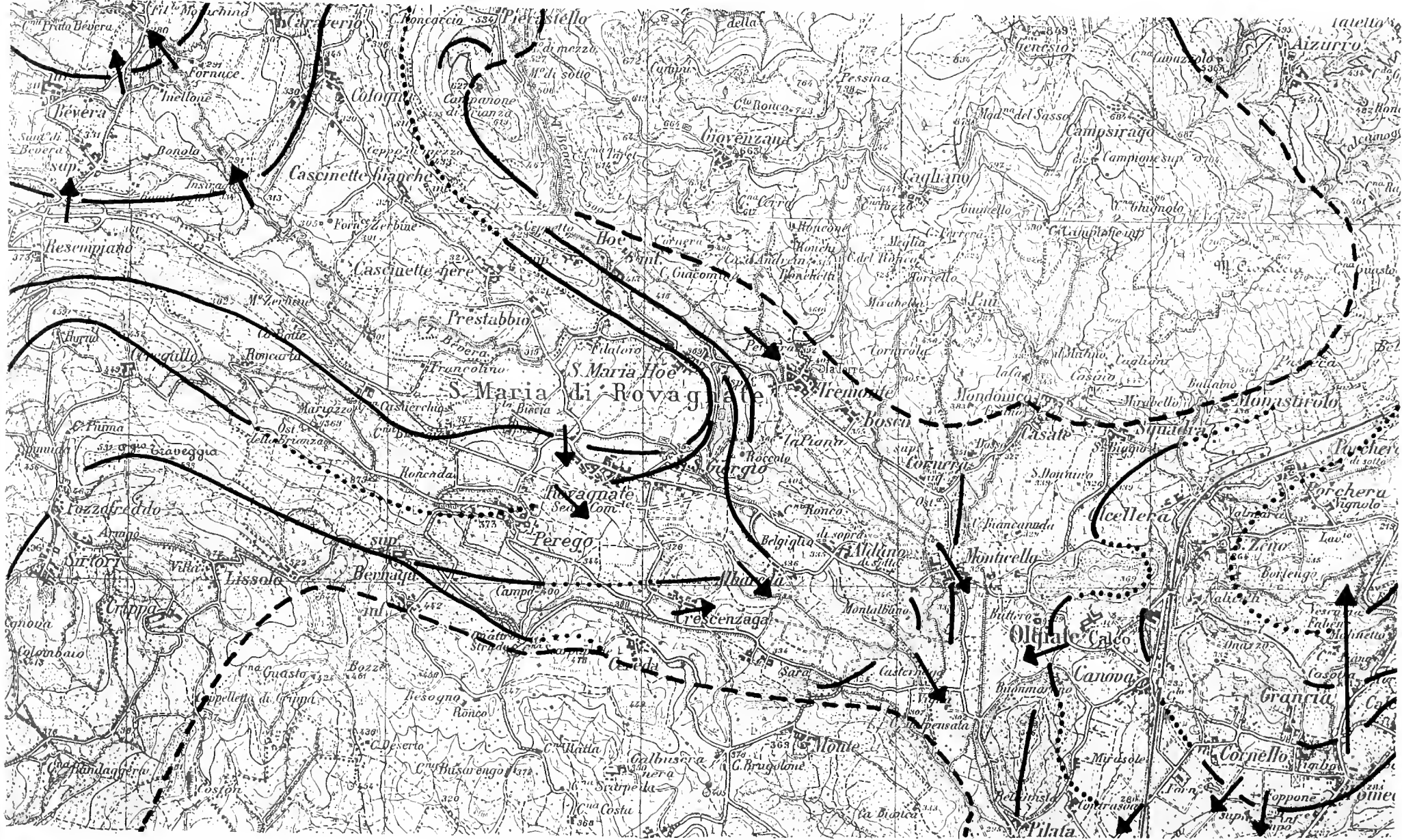
Il tipo di morenico della cerchia di Cologna-Insiraga.

(Neg. Riva) Fig. 13

La « porta » della cerchia di Cologna-Insiraga.

(Neg. Riva) Fig. 14

Sirtori (Pozzo Freddo) visto da Nord.

(Neg. Riva) Fig. 15

Sirtori visto da Sud.

IL « GLACIALE » DELLA VALLE DI ROVAGNATE

Orlando Vecchia (*)

I TERRENI GLACIALI PLEISTOCENICI DEI DINTORNI DEL LAGO D' ISEO (LOMBARDIA)

(con una cartina geologica 1 : 100.000)

Introduzione.

Il lago d'Iseo o Sebino è uno dei laghi vallivi che fanno corona intorno al piede delle Alpi ed occupano la parte terminale delle maggiori valli trasversali alla catena. I laghi corrispondono di regola a cavità più profonde del livello del mare ed anche il Sebino raggiunge i —150 m. Come tutti i suoi confratelli esso presenta verso la pianura un apparato morenico frontale; anche la forma dei fianchi e del fondo porta il marchio inconfondibile di una lunghissima occupazione glaciale. Gli studi intesi ad illustrare questo suo aspetto risalgono alla metà del secolo scorso (De Mortillet, 1859).

La cavità occupata dal Sebino non è altro che la prosecuzione della Val Camónica: valle ormai alpina, intorno alla quale lo spartiacque è per lo più superiore a 2000 m s. l. m., con montagne elevantisi a 3000÷3500 m le quali albergano tuttora ghiacciai di una certa importanza. Cozzaglio (1895), che fu tra i primi e principali studiosi degli aspetti glaciali di questa valle, mise in evidenza che gli antichi ghiacciai pleistocenici comunicavano con i confinanti della Valtellina, attraverso il corridoio dell'Aprica, e ne ricevevano un notevole apporto di ghiaccio.

A loro volta i maggiori ghiacciai camuno-sebini dettero luogo, nella parte settentrionale dell'attuale Sebino, ad una lunga lingua, o a dir meglio, una diffluenza, insinuata nella contigua Val Cavallina; diramante anch'essa quasi subito un'altra lingua che, risalendo la Val Borlezza, portava un suo contributo al minor ghiacciaio del Val Seriana (fig. 22).

Lo studio completo ed approfondito delle formazioni pleistoceniche di tutto questo sistema glaciale richiederebbe un tempo lunghissimo e sopratutto una conoscenza particolareggiata della

---

(*) Istituto di Geologia, Università di Milano.

geologia di tutto il bacino nei suoi aspetti petrografici, tettonici e morfologici; compito assai grave da svolgere. Ma avendo già raccolto parecchi dati nuovi sino dal 1943, durante gli studi per la tesi di laurea, aderii al consiglio del prof. A. Desio di approfondire ed estendere le ricerche a tutta la lingua principale sebina.

Nel far ciò dovetti tener conto del fatto che gli ultimi studi sul Glaciale sebino erano stati quelli di COZZAGLIO [1] il quale aveva sviluppato l'idea di una importante fase tettonica disgiuntiva, la «neotectonica», avvenuta dopo il Pliocene ed in parte durante il Glaciale stesso, fase che avrebbe dapprima aperto la bassa Val Camónica e la valle del Sebino e poi abbassato la pianura bresciana, dal Sebino verso E, (a differenza della bergamasca) mentre l' orlo delle Prealpi calcaree si sarebbe innalzato. L'insieme di queste conclusioni si accordava colle opinioni generali circa le dislocazioni insubriche e sembrava fondata su inoppugnabili dati di fatto, anche se scarsi.

Mi dedicai allora allo studio tettonico del Sebino [2] insieme a quello del Glaciale e trovai molti fatti in contraddizione colle vedute di COZZAGLIO mentre alcune delle sue prove mi risultarono poi insussistenti; in complesso mi convinsi che lo svolgimento del Glaciale sebino non è stato disturbato da dislocazioni tettoniche importanti, a meno che non si tratti di un moto verticale abbracciante tutta la regione. Ciò apparirà confermato anche in questo studio.

Oltre a DE MORTILLET ed a COZZAGLIO molti altri autori, citati in bibliografia, debbono essere ricordati per i loro contributi alla conoscenza del territorio. Tra questi nominerò come più importanti: STOPPANI, SACCO, SALMOJRAGHI, BALTZER, MOEBUS, CACCIAMALI e PENCK.

Mentre svolgevo i miei studi, uscirono le pubblicazioni di VENZO S. riguardanti la lingua glaciale della Val Cavallina (1945 e 1949); a sua volta DESIO (1945) si occupò dei depositi della Val Borlezza e della Val Seriana: tutti questi studi fanno parte dei lavori per il foglio geologico «Bergamo» che uscirà

---

(1) COZZAGLIO, 1937 (v. bibliografia) e inoltre:
COZZAGLIO A. - Del sollevamento epirico tra l'Adda e l' Adige. «Comment. Ateneo Brescia» per il 1933, Brescia, 1934.

(2) VECCHIA O. - Tettonica della Conca Sebina - «Atti Soc. Ital. Progr. Sci.» Roma, 1950.

prossimamente. VENZO si è assunto anche il compito di rivedere con criteri moderni i classici depositi lacustri di Piànico, affidati molti anni prima ad un altro studioso che non ebbe modo di continuare le ricerche iniziate.

Lo studio che ho svolto sul Glaciale della lingua principale sebina comprende tutto il territorio che si trova a valle della sezione di diffluenza della lingua di Val Cavallina, cioè tra la Val di Toline sul versante orientale e la Val Borlezza su quello occidentale. Ma per rendermi conto meglio delle condizioni nella sezione iniziale, ho visitato anche i dintorni di Lòvere e del Pian di Bòssico, che allora erano affidati in istudio ad altri. Le ricerche furono poi estese man mano all'anfiteatro ed alla pianura sino alla linea ferroviaria Bergamo-Brescia. Ho rilevato cartograficamente tutto il territorio alla scala 1 : 25.000; una parte anche a 1 : 10.000. In totale furono necessari 3 mesi e mezzo di permanenza in campagna, distribuiti in un periodo di 7 anni.

Sin dai primi tempo dei miei studi sul Sebino ricevetti aiuti, consigli ed incoraggiamenti dal prof. G. Nangeroni, che si era già occupato di quel territorio e ne possedeva una profonda conoscenza. Grazie alla sua intercessione il Consiglio Nazionale delle Ricerche mi assegnò dei fondi che contribuirono alle spese da me incontrate. Inoltre, terminato il lavoro, egli ed il prof. Desio dedicarono non poco tempo alla lettura del manoscritto e con le loro critiche m'indussero a migliorarlo.

PARTE PRIMA

I terreni pleistocenici del territorio Sebino.

Generalità.

La valle ampia e profonda che contiene il lago Sebino (fig. 20) ha un andamento tortuoso che la fa somigliare ad una « S ». Le linee spartiacque che la dividono dalle valli contigue Trompia e Cavallina sono abbastanza basse : anche il massimo monte (M. Guglielmo, 1949 m.) può a stento avere alimentato minuscoli ghiacciai pleistocenici.

I fianchi della valle sebina sono in gran parte asimmetrici ed assai frastagliati da convalli; alcune di queste sono allungate, altre invece sono cavità a forma di semiconca affacciate sul lago.

Sono convalli sospese tutte quelle del fianco occidentale che è ripidissimo, mentre si raccordano col lago quelle del fianco orientale, che ha parecchi tratti di pendenza più dolce. Il lago è serrato tra i monti da tutte le parti, anche verso la pianura (M. Alto, 652 m) salvo per due tratti limitati, dal più stretto ed occidentale dei quali esce l'emissario attuale: il fiume Oglio. Tutte le convalli e tutti i monti attorno al lago presentano depositi glaciali ben riconoscibili.

La regione dell'anfiteatro, ossia quel territorio pianeggiante ove i ghiacciai camuno-sebini, non più trattenuti dai fianchi montani, espansero le loro lingue terminali, è assai vasta ed è indeterminata nei suoi confini esterni, verso la pianura coperta di alluvioni fluvioglaciali (fig. 21). In questa regione si possono distinguere propriamente due anfiteatri morenici: (*a*) quello della Franciacorta, assai maggiore, che forma un grande arco per 2/3 di cerchio tra il Monte Cognolo ad E ed il Monte Alto a O; (*b*) l'anfiteatro di Paràtico, assai minore, tra il Monte Alto ed il Colle di Sàrnico (fig. 20).

L'isolato M. Alto, dalla pianta a punta di freccia, è causa della bipartizione dell'anfiteatro; ma vi sono altri minori rilievi rocciosi isolati che hanno influito sulla forma delle lingue glaciali. Tali sono: all'estremo Sud, il lungo bastione cenozoico del Monte Orfano (451 m); nell'anfiteatro della Franciacorta, la collinetta mesozoica di Borgonato (245) e la Q. 204 d'Iseo, anch'essa calcarea; infine nell'anfiteatrino di Paràtico vi sono le due colline sopracretaciche di Paràtico (230) e del suo Castello (262) [1].

Parecchi geologi descrissero i depositi glaciali sebini a cominciare da STOPPANI (1873), cui si deve anche una cartina d'insieme che, vista con occhi moderni, appare schematica ed erronea. Più tardi SACCO (1894) che potè usufruire della carta topografica apparsa in quegli anni, ne tracciò una rappresentazione completa e planimetricamente precisa ma ancora fondata sulle idee monoglacialiste. Intanto però, attraverso TARAMELLI e STELLA, l'idea

---

[1] Nei due ultimi colli l'arenaria e la Scaglia affiorano in più luoghi, al limite tra i fogli geologici « Brescia » e « Treviglio »; l'affioramento maggiore e più evidente avrebbe dovuto figurare nel secondo ma non vi fu indicato da SACCO (1931). D'altra parte sul foglio « Brescia » appaiono due lunghi affioramenti di calcare liassico ad E di Zenighe-Colombaro e tra Timoline e la ferrovia. Tali affioramenti non esistono affatto, come descrissi in una breve nota (1949).

di una pluralità di glaciazioni pleistoceniche si era ormai stabilita anche in Italia. In particolare per il Sebino, COZZAGLIO (1895) aveva distinto nell'anfiteatro la presenza di morene ferrettizzate e SALMOJRAGHI (1897) lo aveva seguito descrivendo i depositi di Piànico e di Lòvere come dovuti a tre glaciazioni separate da due interglaciali. Ma è con BALTZER (1901) ed il suo allievo MOEBUS (1901) che si ebbe il primo studio generale in senso moderno sul Pleistocene sebino; esso tuttavia è cartograficamente meno esatto di quello di SACCO.

Seguirono altri studi rivolti al solo anfiteatro come quello di CACCIAMALI per la Franciacorta (1907), ch'è anche il migliore, e per l'anfiteatro di Paràtico (1922); poi le osservazioni di PENCK (1912) e di LEVY (1915). Infine vi è la rappresentazione cartografica di COZZAGLIO (1939) sul foglio geologico « Brescia » (1 : 100000) la quale non è che una pallida immagine.

I depositi glaciali esistenti nelle diverse convalli sebine, pur presentando caratteri loro peculiari, lasciano riconoscere a prima vista una grande quantità di caratteri comuni. I più vistosi sono i seguenti. Ovunque attorno al Sebino esistano le condizioni necessarie per il deposito e la conservazione delle morene (pag. 331) si riconosce la presenza di un insieme di terrazzi più o meno orlati di cordone, disposti a gradinata, composti di morena fresca o quasi, i quali terminano in alto con un cordone assai più grande e meglio formato degli altri; al di fuori e più in alto di questo, si trovano quasi sempre lembi residui di morene ferrettizzate o qualche masso erratico isolato e/o ciottoli allogeni con qualche traccia di ferretto.

Corrispondentemente, nell'anfiteatro morenico sebino ciò che si osserva innanzi tutto è la presenza di una grande cerchia, che intorno alla Franciacorta è alta un centinaio di metri sulla pianura, e che appare anche nell'anfiteatro di Paràtico. All'esterno di questa cerchia principale formata di morena fresca, si ritrovano numerosissimi resti di apparati morenici ferrettizzati e quasi completamente demoliti o spianati, parzialmente incorporati nel pendio esterno della cerchia principale (fig. 12).

All'interno della cerchia morenica principale (fig. 11) il terreno scende dolcemente verso il lago, in media di una quarantina di metri, ed è ondulato da una serie di cordoni morenici, tutti freschi o freschissimi, alti soltanto una ventina di metri, racchiusi uno nell'altro e man mano più vicini al lago. L'analogia

con quanto si osserva in tutte le morene insinuate nelle convalli del lago è completa. Le condizioni sono un poco meno evidenti nel piccolo anfiteatro di Paràtico, ove il lavorìo degli emissari, aventi dimensioni relativamente maggiori, ha demolito o spianato una parte dei depositi morenici anche freschi; ma pure colà sussistono le regole generali enunciate (fig. 8 e 9).

I depositi glaciali nei monti attorno al lago furono poco visisati dagli studiosi, che in genere si limitarono ai luoghi di accesso più facile. Moebus si accorse della presenza di morene alterate soltanto in val d' Iseo. Cacciamali (1906) le ritrovò anche sopra Sale e Sulzano (ciò che fu confermato indipendentemente anche da Penck) e poi sul M. Alto (1907); l' A. bresciano aveva pure distinto a Iseo e sul M. Alto una banda intermedia di depositi rissiani da una inferiore di würmiani, ma non aveva esplorato altri luoghi della valle sebina, che rimaneva dunque sostanzialmente al rilevamento del 1901.

Nell'anfiteatro, principale oggetto di studio dei ricercatori, questi giudicarono variamente l' età delle morene. Tralasciando i monoglacialisti, Moebus assegnò all' ultima glaciazione la cerchia principale, tutto ciò ch' è interno ad essa e le colline di Paràtico; alla penultima tutta la rimanente regione esterna. Questo era infatti il parere del suo maestro Baltzer, che però considerò resti di un'altra glaciazione, ancor più antica, i colli di Montecchio, Cremignane e Sergnana. Anche Penck ritenne würmiana la cerchia principale ed il sistema dei grandi coni fluviani deposti sulla pianura, rissiane le cerchie esterne; tutte le sue attribuzioni, quasi sempre giuste in senso relativo, debbono essere invecchiate di una glaciazione. Dopo di lui, pure Levy adottò la stessa cronologia.

Gli autori italiani invece furono concordi nel riconoscere rissiana la cerchia principale, da Cacciamali (1907) a Cozzaglio (1915), a Venzo (1949) ed a me. In particolare Cacciamali, il maggior studioso dell' anfiteatro, si è sforzato di riconoscere nelle morene sebine i depositi di tutte e quattro le glaciazioni consacrate da Penck & Brückner. Benchè i suoi criteri cronologici fossero in parte erronei, qui di seguito saranno confermati molti dei suoi risultati nell' anfiteatro della Franciacorta; invece sono da respingersi i suoi studi dell' anfiteatro di Paràtico (1907 e 1922).

La glaciazione del Mindel.

Il contrasto suaccennato, tra morene esterne demolite e ferrettizzate e la massima cerchia di morene abbastanza fresche, è stato considerato da tutti gli AA. precedenti (che pure non avevano potuto cogliere che aspetti parziali del fenomeno) come l'effetto di due glaciazioni successive separate da un lungo periodo interglaciale. Anch'io mi associo ed in seguito giustificherò l'attribuzione al Mindel di questi depositi alti ed alterati (pag. 333).

Le ricerche da me svolte mostrano la quasi assoluta generalità in tutto il territorio di questi depositi alterati esterni alle massime morene e le grandi altitudini da essi raggiunte. Nella fig. 19 è indicato l'andamento del massimo livello, ottenuto congiungendo tra loro i residui più alti; di questi si farà ora una rassegna.

Nella sezione più settentrionale del Sebino, lato destro, tra M. Valtero (1459) e Dosso della Pedona (1416), vi è ferretto con massi di rocce alpine [1], al di sopra del grande cordone che culmina a 1025 sopra Stramazzano; massi singoli, anche di 4 m^3, risalgono sino a 1350 s. l. m. Sul lato sinistro della Val Camònica vi è ferretto sul monte Aguina (1253) con pezzi di *Verrucano* alterato, del resto massi erratici si ritrovano sino a 1250 sui fianco del Dosso della Pedona.

Sul fianco destro della valle sebina a Sud del M. Vàltero, per una diecina di km non vi sono altri monti abbastanza alti da raggiungere il livello mindeliano. Si giunge così al M. Boario (1234) sul cui lato E si trova, alla malga Boario (971), una cotica di ferretto con ciottoli alpini; altro ferretto sparso sta poco più sotto, lungo la Costa Spazzata. Sul fianco S di val Fonteno il cordone del Tovo, perfettamente conservato, manifesta un contrasto netto col poco morenico residuo ferrettizzato della Camerina (791) limitato all'isoipsa 820; ad E della punta del M. Creò, su un ripianino sospeso sul lago (punto 933) è rimasto pensile un deposito morenico.

---

[1] Indico col nome di « rocce alpine » tutte le rocce metamorfiche ed eruttive nonchè le sedimentarie più antiche, quali l'arenaria-puddinga quarzosa permica (*Verrucano*) e le arenarie quarzose fini passanti a marnose dello Scitico (*Servino*). Esse provengono quasi sempre dalla Val Camònica ed in parte forse della Valtellina.

I ghiacciai che hanno formato i depositi ora nominati avevano raggiunto un livello assai più alto: infatti risalendo la val Fonteno nella sua parte pianeggiante a monte della sezione M. Boario-M. Pèndola, si trovano, a quote superiori ad 800, plaghe e residui di morenico alterato o massi isolati o ferretto sparso con ciottoli alpini su su sino al Bratto, ove si annidano moltissimi grandi massi erratici di *Verrucano* risalenti sino a 1035. Moebus ve ne trovò uno di gneiss a 1200, ora scomparso, sotto il passo del Coletto, a quasi 7 km dall'asse del ghiacciaio.

Sul fianco orientale del Sebino non sono rimasti residui di morenico alterato sulla dirupata Corna Trentapassi (1248), neppure sulle parti più alte ove sono luoghi a pendenza limitata, salvo pochi erratici alterati e con ferretto lungo la cresta tra C. Trentapassi ed il passo Croce di Zone. Ma da questa bassa cresta ed insieme dal lato meridionale del monte, ghiacciai dell'altezza che si è vista sull'opposto fianco sebino poterono penetrare agevolmente nella conca di Zone; ne fanno fede oltre i già citati residui di M. Aguina a 1180, i ciottoletti alteratissimi di *Verrucano* e diorite (?) che trovai al colle del Zuf (1254), ad E di Zone.

Nella valle Opol, che sfocia a Marone insieme con quella di Zone, i terreni della parte alta non permettono di distinguere l'eventuale presenza di tracce di morenico alterato tra l'*eluvium* delle rocce carniche e della porfirite locale. Ma al di là del lago, rimpetto a questa valle vi è la valle a conca di Parzànica coronata torno torno dal principale livello morenico terrazzato, che qui scende da 775 a 750 s. l. m.; al di sopra di esso vi sono chiazze di ferretto e massi erratici che risalgono sino a 925 (Fonte della Valle); la stessa quota è raggiunta da altri massi erratici a Perderé e ad Orcione. Moebus aveva trovato erratici di gneiss e calcare nero (?) alla SS. Trinità (971).

I residui ferrettizzati sono assai dimostrativi nella contigua valle di Tavérnola, sul lato O del Sebino, ove è ben marcato il cordone morenico fresco di riferimento. Al di sopra di esso, lungo i fianchi della valle si trova sempre ferretto con ciottoli e massi erratici; il più addentrato nella valle, ben più a monte del morenico più recente, si trova presso il ponte della Bratta a 770 s. l. m, distante 8 km dall'asse del Sebino. 1 km più a valle vi sono lembi assai notevoli di morenico ferrettizzato: a sinistra vi è quello di Prénide ed a destra quelli di Dedino e di

sotto il Vago che risalgono sino a 780 ed 800 e presentano ampi lobi a terrazzo a quote tra 750 e 725. Ancor più a valle, dove i versanti si fanno più ripidi, si trova il ferretto annidato nelle alte nicchie di Dossello, Càmolo, Colle del Giogo e Mondara (fig. 7). Lungo i tornanti della strada, tra Vigolo e Recursone, è possibile seguire il ricoprimento del morenico fresco (Riss) sul morenico ferrettizzato (Mindel) come è indicato nella figura 1.

Residui ferrettizzati tra i meglio conservati sono quelli delle due valli contigue di Sale Marasino e di Sulzano, valli a forma di teatro greco, separate da uno sperone roccioso e rivestite di morenico terrazzato a gradinata. Qui il cordone principale rissiano è presente come un riferimento sicuro e quasi continuo: esso scende

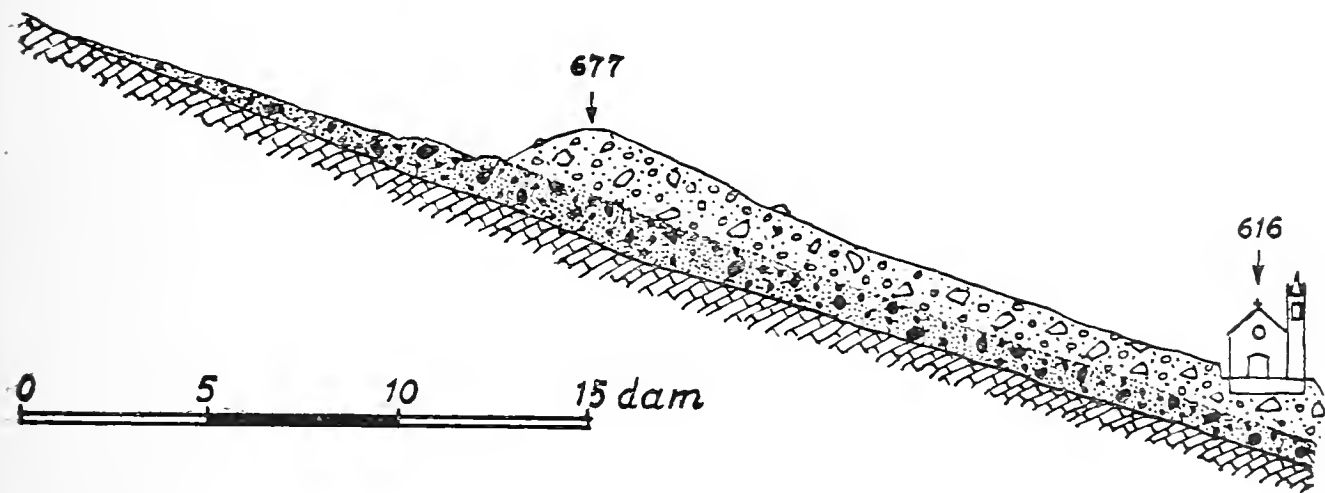



Fig. 1 — Morena fresca (rissiana) sovrapposta a morena ferrettizzata (mindeliana); profilo visibile a Vigolo, in Val di Tavèrnola B.

da 715 a 650 mentre i terreni ferrettizzati giacciono a 728 sopra Nandòvere, ad 825 sopra Olo, a 715 sopra Locasso, a 750 a N di Bretten ed altrettanto a Dazze, a 735 a S di Clogna, quasi a 700 presso Nestisino (ma tra qui e Disò singoli ciottoli e morenico sparso si trovano sino a 775 almeno); all'estremo S cioè a Coloreto, il morenico vero e proprio arriva a 770.

In vari luoghi di queste due valli i depositi ferrettizzati mostrano chiaramente la loro natura morenica e talora sono disposti a formare terrazzi (Olo, Locasso, S di Clogna) o addirittura conservano aspetto di cordone (sopra Disò); si tratta di luoghi sottratti all'azione dell'acqua incanalata ed aventi piccola pendenza cioè poco esposti anche alle acque selvagge. Infatti effetti di conservazione così spinta si trovano, oltre a questi e

pochi altri luoghi, sopra tutto in pianura, in tratti riparati dell'anfiteatro morenico.

Nella valletta di Pilzone, la prossima a S della Conca di Sulzano, il ferretto si trova a 625, sopra il solito cordone principale (615). Rimpetto, sulla sponda O del lago, vi è la piccola Valle delle Pertiche ove plaghe di morenico alterato e dei suoi residui risalgono tutt'intorno sino a 750.

La valle del torrente Cùrtelo, presso Iseo, è una valle sospesa, sbarrata da cordoni morenici che la occupano quasi tutta; il cordone più alto di morenico fresco è duplice e declina da 575 a 525. A monte di esso vi è una plaga di ferretto con ciottoli alpini arrotondati, localmente cementato alla base. Inoltre, sul versante destro della valle, poco morenico sparso risale sino a 700; sul fianco sinistro, oltre a varie plaghette di morenico ferrettizzato tra il Bocas e Pianissi si trovano, più in alto del terrazzo rissiano che congiunge quelle due località, erratici alpini a 685 sulla Colma Alta, a 635 sul fianco S della Q. 644, alla Q. 502 tra M. Cognolo e M. Madonnina. Ciò dimostra che il ghiacciaio del Mindel non soltanto travalicava in Val Gaìna, come già aveva scritto Sacco (1894), ma che doveva pure traboccare lungo molti tratti del crinale sinistro della Val d'Iseo. Una conferma appare da ciò che in quel di Provaglio, sul costone di Dosso Marzucca, stanno massi erratici sino a 375 (la morena rissiana è a 350) e più in alto vi è ferretto sparso sino a 440.

Sul fianco destro del Sebino vi sono ancora depositi morenici ferrettizzati nei pressi di Predore e lungo la corrispondente valle del Rino: qui, al di sopra di un'altitudine di 500 m circa, tutto è ferrettizzato. Residui di morena vera e propria stanno solo sul lato sinistro della valle e lo risalgono sino a 560 tra Piazzalunga e Prada, sino al Pian del Cucco (534) e si affacciano al lago col lembo di Varasca (sui 535); questi residui sono tutti terrazzati ed a diversi livelli. Ma il morenico sparso si trova anche assai più alto sui fianchi della valle: nella valletta laterale Muradelli arriva a 750 e tra il Colle del Giogo ed il Col d'Oregia si spinge sino ad 800.

Tra Predore e Sàrnico la ripidità del fianco montano si presta male a conservare morene. Tracce di ferretto sparso si estendono sino a 620 al bosco Vertino; alcuni massi erratici in Val Cànola giungono a 425 (e secondo Moebus ve n'è di gneiss e *Verrucano* a 650 sulla Costa della Cressa) che si vedrà essere quota assai infe-

riore a quella del relativo ghiacciaio, tuttavia con ciò si raggiunge già la certezza ch'esso deve aver superato il passo della Forcella (393) al di là della quale infatti se ne trovano i depositi (fig. 4). A NO di Sàrnico, sul fianco roccioso che chiude la Valle Adrara, vi sono striature glaciali a 380, poi massi erratici di rocce alpine a 335 ed infine a 300 un piccolo terrazzo di ferretto; qui la morena rissiana culmina a Q. 276.

In sostanza la Valle Adrara è stata sbarrata da tale ghiacciaio. Infatti anche alla sua sinistra, sui fianchi del colle che sovrasta Villongo, si trovano ciottoli di quarzo bianco, di *Verrucano* ed anche di calcari marci, che si livellano all'isoipsa 300. Anche la vicina valle dell'Uria fu sbarrata ed attorno a Solarolo ne sono rimaste notevoli testimonianze che saranno descritte a parte (pag. 256). Ad O della val dell'Uria, oltre i terrazzi fluvioglaciali, vi sono ancora ciottoli di rocce alpine sullo sperone tra le vallette Morta ed Aolempia, ad altitudine di 260-275; si è qui assai all'esterno della cerchia principale di riferimento (Riss) la quale si arresta sul meridiano di Credaro.

Proprio sull'asse dei ghiacciai sebini, al loro sbocco sulla pianura, si erge l'isolato Monte Alto (652): esso permette di proseguire l'indagine delle morene ferrettizzate giusto a valle della congiungente Sàrnico-Provaglio. Su questo monte esistono infatti depositi di morenico ferrettizzato, ferretto sparso ed erratici isolati in moltissimi luoghi al di sopra di un piano ideale che taglia il monte in modo inclinato da N a S scendendo da 450 m, alla latitudine di Clusane, ai 350 di quella di Nigoline: piano materializzato dal livello raggiunto dai cordoni e terrazzi di morene fresche. Singoli ciottoli erratici si trovano persino ad altitudine pochi metri inferiore alla vetta e, assai più a S, anche a 505 sul crinale, a mezza via tra la vetta ed Adro; abbondante morenico sparso riposa sul lato N della vetta e sulle testate delle vallette ad O di essa. Veri depositi morenici sono quelli del Roccolo 499, risalenti sino a 575, e diversi altri piccoli assai più bassi che sovrastano il cordone principale fresco, tra lo sperone roccioso di Colombaro e quello della Sassina.

Ormai la grande cerchia principale che caratterizza l'anfiteatro (fig. 20) si stacca dai monti calcarei sia ad E nei dintorni di Provaglio sia ad O nei pressi di Adro, sia infine tra Paràtico, Credaro e Sàrnico. All'esterno di essa si stende una vasta fascia di territorio a morene ferrettizzate e demolite, massi erratici isolati

e ciottoli di morenico residuo, con perfetta analogia con quanto si trovava nelle convalli intorno al Sebino. Intorno all'anfiteatro però il morenico ferrettizzato è molto più disteso e conserva assai meglio forme moreniche di varia specie articolandosi anche in un sistema di cordoni.

Nel territorio dell'anfiteatro vi sono diversi colli rocciosi isolati, esterni alla grande cerchia di riferimento, sui quali si trovano erratici isolati e talvolta residui morenici ferrettizzati. Essi aiutano a ricostruire la massima espansione del ghiacciaio mindeliano. Cominciando dal lato E ove si è visto che il ghiacciaio traboccava in più tratti dello spartiaque meridionale della Val d'Iseo, ricordiamo che Cacciamali (1907) aveva trovati «rarissimi massi a Torre, Parmezzana etc., nella insenatura di Foina» ed altri ciottoli alpini, anche più a S cioè a Villa, Calchéra, Fontana e Cerezzata. Ma ve n'è anche a S dell'isolato Monte Valenzano-Delma: io trovai un masso di granito nell'abitato di Delma e residui indubbi e più importanti sullo sperone di roccia selcifera che sovrasta Ponte Cingoli, ove appaiono tra le vigne ciottoli alterati di gneis, *Verrucano* e porfido sino a 240 di altitudine. Tutti questi residui provano che il ghiacciaio doveva riempire tutte le valli laterali tra Provezze e Rodengo-Saiano.

Infine Cozzaglio aveva segnato nel foglio «Brescia», ai piedi del colle ritenuto miocenico della Badia, quasi al margine della città, «ciottoli esterni alle cerchie moreniche» ch'egli poneva nel preglaciale. Più che ai piedi del colle, ove sono eccezionali tra le alluvioni del torr. Canale si trovano ciottoli erratici alpini non rari su tutto il fianco O del colle e persino sulla cresta, tra Badia Alta e Villa S. Anna; la natura di essi, la forma e la giacitura testificano la loro origine glaciale. L'adunamento più alto è a 190 m s. l. m. e dista 11 km dalla fronte rissiana.

Al centro dell'anfiteatro vi è il lungo bastione del Monte Orfano, composto di conglomerato calcareo come quello di Badia; esso è alto da 300 a 450 s. l. m. e si eleva da 140 a 250 m sulla pianura. Il conglomerato dà origine a terrarossa di color sanguigno chiaro il quale si accumula intorno alla base del monte e contrasta per il suo colore vivace con quello del vicino ferretto, ch'è meno rosso e più aranciato-bruno. Sulle pendici del fianco NE di M. Orfano si trovano sparsi ciottoli di *Verrucano*, gneis e porfirite, che risalgono sino sulle cime di SE (S. Michele, 318); anche a casc. Tonelli, sulla cresta, vi è ferretto tipico. Caccia-

MALI (1907) aveva già segnalati tali ciottoli riconoscendoli pure all'estremo NO del monte e cioè al promontorio 305, presso i Cappuccini.

Il ghiacciaio del Mindel doveva dunque avvolgere anche il M. Orfano, sommergendolo quasi completamente, ed espandersi assai più a S oltre la linea Rovato-Barco-Paderno, limite attuale ove si trovano formazioni moreniche (mindeliane). Anche ad O il ghiacciaio doveva espandersi molto e con ciò è da mettere in rapporto la presenza di grandi massi erratici presso Palazzolo, riconosciuta già da MORTILLET (fig. 20).

A N di Palazzolo, cioè al margine occidentale della grande lingua glaciale mindeliana, non sono rimaste tracce della sua massima espansione all'esterno della cerchia principale di Paràtico Credaro oltre le già citate dei dintorni di Villongo. Però sia lo sperone occidentale del M. Alto sia i colli di Caleppio-Credaro sono costituiti di rocce arenacee il cui *eluvium* permette difficilmente di riconoscere i ciottoli erratici.

A parte i pochi ma significativi residui descritti che dimostrano la massima espansione del ghiacciaio, il grosso dei depositi mindeliani si articola in collane di piccole alture allungate disposte a mo' di fascio all'esterno dell'anfiteatro principale: quello della Franciacorta. Questo fascio è diviso in due parti dal letto approfondito e ghiaioso di un vecchio fiume estinto: il Longherone; l'interruzione è causa d'incertezza nel ricongiungere i cordoni dei due lati, mentre per il resto la loro ricostruzione ideale non è difficile ed era già stata ottenuta in parte da CACCIAMALI (1907). Distingueremo dunque i cordoni ad E da quelli ad O del Longherone; nella figura 12 i primi sono indicati con lettere romane minuscole, gli altri con maiuscole.

Il cordone mindeliano più esterno di cui resta traccia sul lato orientale (*i* in fig. 12) è quello che inizia alla Badia (frazione di Provezze), tocca gli estremi occidentali del colle roccioso di Monticello e del M. Valenzano. L'incisione del rio Pizzarotta ne mostra la struttura morenica, con grandi massi angolosi di *Verrucano* ed altre rocce, tutte alpine, ferrettizzata per 2 o 3 m; più sotto compare qualche calcare ed il limo divien color burro. Sul versante esterno, orientale, di questo cordone vi sono pure massi erratici, tra cui uno enorme di *Verrucano*. Il terreno morenico cessa poco ad oriente del meridiano del punto 230, ove appaiono sedimenti lacustri, che saranno descritti a pag. 245.

Il cordone in esame, che CACCIAMALI denominò di Dosso Badino, doveva addossarsi originariamente allo sperone di S. Faustino. Sul fianco S del passo tra Q. 304 e M. Valenzano, si trovano infatti pezzi di *Verrucano* che risalgono sul S. Faustino sino all' altitudine di 284. Egualmente avviene sul fianco O dello sperone cui si appoggiano le case di Valenzano, il quale ospita numerosi erratici sino a 278. Le quote citate provano che le tenui ondulazioni del terreno che costituiscono il cordone descritto sono state ridotte di alcune decine di metri rispetto alla statura originale. Tutto il morenico di S. Faustino-Valenzano, è stato dilavato nella pianura alluvionale, ma un lembetto di antico morenico, prolungamento a S del nostro cordone, è rimasto isolato nella pianura, alla Monticella (196), lieve rialzo ferrettizzato.

Oltre alla Monticella si possono congiungere al cordone descritto i lembi morenici vicini a Paderno nonchè quelli di Barco, emergenti dalla grande pianura fluvio-glaciale. Il colle su cui è costruito l'abitato di Paderno mostra chiaramente la sua natura morenica lungo la trincea ferroviaria che lo incide per 3 ÷ 4 m: è ferrettizzato per un paio di metri e sotto non vi mancano i calcari; non si osserva cementazione. Alla stazione di Paderno una cava profonda alcuni metri mostra morena poco cementata, con massi e sassi di rocce varie, anche calcari, dalle forme spigolute, con lisciature, sotto 1 ÷ 2 m di ferretto. Anche nell'area delle alture poste tra Barco e Fenile Fornaci compaiono molti grossi massi irregolari tipicamente glaciali, tutti alpini, molti maggiori di un metro: consento con CACCIAMALI sulla natura morenica di questi depositi anche se mancano sezioni profonde.

Il secondo cordone mindeliano comincia con una collinetta che chiude a S il paese di Sergnana (Provezze). Questa collinetta, alta una quarantina di metri, è una vera morena antica, conservata persino nella sua forma. Sotto il ferretto essa è in gran parte cementata; a ciò si deve la sua conservazione insieme col fatto di essere posta in un angolo morto dell'anfiteatro. La continuazione di questa morena si addossa alla collina calcarea del Monte S. Michele (363) formandovi un netto terrazzo di quota 338 ÷ 340, con vari ciottoli di *Verrucano*, anche alterati, ed un masso colossale. Anche in questo caso si ha testimonianza che l'arco morenico originario doveva avere altitudine dello stesso ordine che ha ora la cerchia principale (rissiana) dell'anfiteatro, mentre si è visto che tutte le altre morene ferrettizzate (minde-

liane), che non sono cementate, appaiono ridotte a lievi ondulazioni di poco rilievo ed in particolare è così anche la continuazione diretta della morena descritta.

Per Riva e Casc. Cappone il cordone depresso continua oltre, formando un arco che si spinge sin presso il promontorio di S. Faustino. Questo collegamento non era stato osservato dai predecessori i quali, a motivo della cementazione nella morena di Sergnana stimarono questa appartenente ad una glaciazione più antica di quella delle morene vicine (terzultima per BALTZER, Günz per CACCIAMALI).

Lo studio delle rimanenti morene ferrettizzate orientali si presenta complicato dai processi erosivi di numerosi piccoli corsi d'acqua post-mindeliani, ora in gran parte scomparsi, che hanno elaborato il territorio esterno alla grande cerchia morenica rissiana di Provaglio-Monterotondo-Bornato; poichè essi ebbero andamento in parte radiale ed in parte longitudinale tra i cordoni mindeliani, così finirono collo smembrarli suddividendoli in piccoli tratti e col travisarli.

Perciò ho ricostruito la rete idrografica suaccennata, la quale era formata da un sistema di rivi che in parte affluivano insieme nel solco del Longherone ad O dell'Olmo di Paderno ed in parte in una paleo-Livorna proveniente da Riva e fluente per Béttole. I residui di cordoni morenici ferrettizzati, tenendo conto dell'erosione operata dal sistema idrografico post-mindeliano, si riconnettono tra loro a formare quattro cordoni completi che, sino alla latitudine di Paderno, coincidono con quelli disegnati a suo tempo da CACCIAMALI (1907).

Così si riconosce che il suddetto secondo cordone mindeliano, dopo essersi addossato al promontorio di S. Faustino, è interrotto dalla incisione della paleo-Livorna che anche nel tratto a monte, da Riva sino quasi a Il Casale, ne ha terrazzato il fianco occidentale, ma la continuazione si ritrova subito al di là, nella altura della chiesa di Camignone, nel suo prolungamento 500 m a SE (*ii* nel prof. 2° di fig. 12), nell'altura su cui si appoggia Ròvere ed infine nei lembi di cordone di Egitto, di Cantone di Sopra e di Sotto (*ii* nel prof. 3°) nonchè della stazione ferroviaria di Paderno-Passirano. Qui l'ampia incisione del fiume estinto Longherone fa scomparire l'antico cordone.

In tutte le alture nominate si riconosce la natura morenica

dall'esame delle sezioni naturali ed artificiali; la parte superiore vi è ferrettizzata per 1 ÷ 2 m; qua e là vi appaiono massi erratici. Nella pianura, ad O e ad E del cordone, vi è una coltre di argilla rossa in cui si trovano ciottoli alpini (1).

Un terzo cordone morenico ferrettizzato, pur'esso smembrato ma conservato un po' meglio del precedente, è quello di Villa-Passirano-Cimitero di Camignone-Battuta (*iii* nei prof. 2° e 3°). La rimanente parte settentrionale non esiste in quanto al posto del suo attacco al monte vi è ora la cerchia principale fresca ed il resto è stato eroso dalla paleo-Livorna. Lungo tutto l'allineamento di questo cordone, dalla Battuta a S, affiorano massi erratici di rocce alpine, anche grossi; al Cimitero di Camignone vi sono pure ciottoli calcari.

Infine un ultimo cordone, dalle forme meglio conservate dei precedenti ma anch'esso ferrettizzato, decorre parallelo e poco distante dalla cerchia principale, dal castello di Bornato alle alture a NE del paese al terrazzo di La Villa e poi a NNE, continuando con tratti di cordone appiattito sino alla latitudine di Battuta (*iv* nei prof. 2° e 3°); più a N è presente un ampio e netto terrazzo ferrettizzato che passa presso la casa Bardellone e si prolunga a N sino presso il Monte S. Michele; è l'opera dei rivi di età posteriore. Sulle pendici esterne del cordone vi sono molti massi erratici a N di Passirano e tra essi, alla latitudine di Camignone, ve n'è anche di calcari. Il terrazzo a SO di La Villa (226) è ben ferrettizzato; al confine di comune è visibile la sua natura morenica con ciottoli e massi, tutti di rocce alpine, impigliati in argilla rossa. A N di La Villa il cordone antico, maldistinto sulle carte, ha quote sui 240-245 con forme assai rad-

---

(1) Le alture moreniche sopraelencate, nel foglio «Brescia» della Carta Geologica d'Italia, furono rappresentate da COZZAGLIO con un colore apposito ed un particolare simbolo «X» che in leggenda corrisponde a «massi e brecce calcari (Mottelle) di Prevalle»; collo stesso simbolo sono contrassegnati diversi altri luoghi: a N di Provaglio, a Dosso Badino col suo prolungamento verso N, alla stazione di Paderno, a Barco, poi anche sulle pendici N del M. Alto ed altri ancora. In tutti i luoghi citati si trovano dei depositi di morenico assai ferrettizzato, ma non cementato, appartenenti al sistema dei cordoni mindeliani. Non mi spiego perchè COZZAGLIO li abbia inclusi tra le «mottelle di Prevalle» (sul fiume Chiese, al limite E del foglio «Brescia»).

dolcite, è ferrettizzato ma ricco di massi; in superficie appaiono molte rocce alpine e solo rari, piccoli, corrosi calcari. Sul lato NO del Castello di Bornato, la terra argillosa superficiale color sughero è visibile per 1,5 m; contiene ciottoloni e massi, anche calcarei; i massi abbondano pure nel territorio subito a N di Bornato, sulla argilla color sughero.

Nello spazio che assai più tardi divenne valle e conoide dello scomparso fiume Longherone (traversante in senso radiale quasi tutto l'anfiteatro della Franciacorta) non v'è più traccia delle morene antiche ferrettizzate, spazzate o sepolte ad eccezione delle alture di Barco (pag. 302).

Le morene ferrettizzate riappaiono soltanto a NO della congiungente Cazzago-Rovato: i bassi cordoni morenici antichi, smembrati e ferrettizzati, sono ivi compresi nel corridoio tra la cerchia principale e la lunga collina rocciosa del Monte Orfano, ampio circa un km. Colà, tra la strada Rovato-Iseo e quella Adro-Spina, la mancanza di una rete idrografica attiva durante i tempi post-mindeliani ha permesso di conservare il fascio di cordoni in condizioni interpretabili.

La ricostruzione dei cordoni morenici ferrettizzati tra M. Orfano e cerchia principale può esser fatta con una discreta certezza, anche se non in modo affatto sicuro. Comunque è diversa da quella rappresentata da Cacciamali (1907), che qui ha semplificato alquanto le cose.

Il più esterno di questi cordoni è rappresentato da un tratto di 0,5 km appoggiato alla base N del M. Orfano, all'inizio della tavoletta «Palazzolo» (I nei prof. 6° e 7° di fig. 12) e poi estendendosi nella pianura tra casc. Vezzoli ed il monte; è interrotto da un gradino d'erosione circa lungo il meridiano del crocevia 202. Esso è un rilievo di qualche metro, appena percettibile, sezionato in qualche tratto: mostra caratteri di morena con rocce esclusivamente alpine ed un paio di metri di ferretto.

Un secondo arco morenico ha lasciato tracce di sè allo spartiacque tra Fosso Carera e Fosso Miola ai piedi del M. Orfano ed è messo bene in evidenza dall'isoipsa 210 (II in fig. 12); esso è diretto a NO e passa per il punto 211; risulta quindi distinto dal I e trova invece la sua continuazione in un tratto di cordone che va dall'incrocio tra autostrada e strada Zocco-Costa sino alla casc. Caretto (218), con direzione NNO. Da questa cascina un altro

dosso allungato e piatto si dirige verso S e va a culminare alla Q. 226, alta più di 20 m sulla pianura: non è chiaro se questa fa parte del II o del I cordone. L'autostrada seziona il II cordone e ne mostra la natura di morenico, ferrettizzato qua per 3 m là per almeno 4.

Un terzo cordone morenico arcuato (prof. 5°, 6° e 7°), lungo 1,25 km, sta presso la curva dell'autostrada, dal punto 207 sino a S della casc. del Colle (197): in superficie esso è color tabacco biondo, cosa che del resto è la più comune anche su queste antiche morene, mentre tra il fosso Carera ed il M. Orfano vi è il vivace colore della terrarossa, ma non il tratto di morena segnatovi da Cacciamali all'isoipsa 200, eccetto qualche ciottolo alloctono. Il III cordone, che più a S è stato completamente asportato dal Fosso Carera, trova forse il suo estremo residuo in Rovato, nella Q. 182 a SE del colle di S. Stefano, che è certamente morenica. La continuazione verso Adro è rappresentata dal lungo dosso rilevato di Roccolo Ciocche-C. Tajardino-Roccolo Simoni a cui si riconnette mediante una specie di terrazzo con lievi cocuzzoli, uno dei quali è S. Gottardo (220).

Vi è poi un IV cordone, a tratti parallelo al precedente. Esso ha inizio in Rovato (chiesa principale), prosegue per la Bredina (190) e si sviluppa dapprima per oltre 1,5 km; poi, dopo il solco di un affluente del Fosso Carera, riprende col punto quotato 201, è tagliato dall'autostrada presso il Roccolo Bordiga (212) e al di là assume l'aspetto di un terrazzo, talora con piccoli rilievi, che passa al limite SO di Valluna. Attraversati poi Costa e Ponte Cerégola torna ad assumere l'aspetto di cordoncello per 1 km, sino oltre la Q. 230.

All'estremo N di Rovato (S. Donato) ha inizio il V cordone che si estende per quasi 2 km per Palazzo Cocchetti sino alla Tesa; sezionato per 6 m dall'autostrada, esso appare ferrettizzato sin quasi alla base.

Oltre la Tesa il cordone si tramuta in un terrazzo su cui sta Villa. Poi vi è ancora un tratto di cordone tra Valluna ed Erbusco, ai piedi della scarpata esterna della grande cerchia morenica principale (rissiana). Quest'ultima, come appare anche dalla fig. 12, consta di un fascio di cordoni i più esterni dei quali sono assai ferrettizzati, ma poichè il trapasso a quelli freschi non è brusco, è difficile dire se nei più esterni, entro la parte centrale

del tratto da Costa ad Adro, vi è la continuazione del V cordone descritto, com'è probabile. Stando alle condizioni geometriche di direzione ed ai rapporti col cordone precedente, dovrebbe appartenere al V cordone quel tratto di terrazzo a NO di Costa, secato da vallette d'erosione, su cui si allineano i cocuzzoli di Casc. Nuova (253), Q. 255 e quello intermedio.

Vi è ancora un breve tratto di un VI cordone, assai appiattito ed affatto ferrettizzato, che sta a La Costa, 1 km a NO di Rovato. Come gli altri, esso forma un angolo colla cerchia principale e si dirige verso NNO alla parte alta di Villa [1]; ben presto però scompare confondendosi col cordone di S. Vito, il più esterno della cerchia rissiana, il quale gli si è giustapposto con piccolo angolo.

Lungo il meridiano di Rovato un gradino di erosione limita verso E il territorio delle morene mindeliane interrompendo tutti i cordoni. Ma a N dell' autostrada il gradino si dirige verso E avendo per orlo circa l'isoipsa 195, ed a N di questa vi è il resto del territorio morenico mindeliano sino alla valle disseccata del Longherone. È un terreno color tabacco biondo con ondulazioni culminanti in lievi cocuzzoli grossolanamente allineati O-E. Nelle conche e vallette interposte è accumulato il ferretto; sulle alture abbondano i ciottoli, talora calcarei, e vi sono comuni i massi erratici, mentre il ferretto quasi scompare.

Si possono riconoscere due ordini di cocuzzoli, resti di due cordoni ravvicinati passanti per Cazzago; e per quanto ad E di La Costa si stenda il solco erosivo dell' asciutto Longherone, largo 1 km circa, si può concordare col Cacciamali nel ricongiungere l' arco doppio di Cazzago con quello di Villa-Passirano etc. già descritto come un cordone (*iii* a pag. 250). A N del ripiano S. Vito-Cazzago e prima di giungere al bastione della cerchia principale, vi è un fascio di collinette che si estende da Pedergnano a Calino e mostra di essere un altro duplice arco morenico sezionato da tre solchi erosivi. In complesso queste ultime alture sono alquanto più antiche della cerchia principale, da cui sono separate per mezzo di un ripiano coperto di ferretto: forse l' alterazione meno spinta rispetto ai cordoni mindeliani più

---

[1] Cacciamali invece l'aveva orientato a S di Villa per ricongiungerlo poi al mio V cordone; ma ciò mi sembra errato.

esterni è dovuta ad un ringiovanimento per erosione, forse è invece effetto della minore età. Del resto condizioni analoghe sono presenti anche nel cordone orientale *iv* di Bornato-La Villa etc. che, d'accordo con Cacciamali, potrebbe riunirsi a questo mentre il cordone Chiesa di Cazzago-Q. 201 sembra ricongiungersi con quello di La Costa-Villa (IV° a pag. 252). Se ciò è vero i cordoni mindeliani sarebbero non meno di 8; però può anche darsi che essi siano soltanto 6 e quelli ad E della strada Rovato-Iseo siano spostati a N, come avviene per la cerchia principale.

Tutti i cordoni antichi ferrettizzati sono interrotti verso O lungo una linea, tra SE di Adro ed E di Zocco, per la presenza d'un gradino d'erosione posteriore. Ma altri resti di morenico antico si trovano ai piedi del Monte Alto, nei pressi di Adro. Come si è visto a pag. 245, durante la sua massima espansione il ghiacciaio mindeliano ha sommerso completamente il M. Alto (652). Allora esso raggiungeva più a S il M. Orfano e vi lasciava depositi sino ad altitudini oltre 3)5, inoltre verso SO si estendeva almeno sino a Palazzolo sull'Oglio.

Perciò le morene ed i residui che stanno alla base del M. Alto, da Adro a Colombaro (pag. 245), sono depositi avvenuti in fasi di assai minore estensione del ghiacciaio sebino, tuttavia sono lembi così isolati che non mi è riuscito di riconnetterli ai cordoni già descritti. Tutt'al più si può avanzare l'ipotesi che al cordone I° o II° debba riunirsi il lembo di cordone alterato che ad O della chiesa di Adro si stacca dal monte estendendosi per 0,5 km in direzione SO.

Laghi estinti di sbarramento morenico mindeliano.

La grande espansione glaciale del Mindel ingombrò colle sue morene lo sbocco di molte valli intorno alla regione dell'anfiteatro dando origine così a diversi laghi.

All'estremo E dell'anfiteatro il cordone *i* di Badia-Badino-Valenzano, colla sua altitudine superiore ai 280 doveva sbarrare le due valli di Monticello Brusati tramutandole in due laghi, come già riconobbe Cacciamali (1907) che vi scoprì i depositi lacusti e li ascrisse all'interglaciale Mindel-Riss.

Il fondo della valletta settentrionale è rivestito ora da una coltre di detrito di ftaniti, che nasconde tutto, ma a SE di Mognine il rio seziona un'argilla rosso scura di tipo lacustre, il cui orlo superiore ha altitudine 264, ricoperta dalle alluvioni.

Invece oggi non è più possibile vedere l'affioramento che CACCIAMALI trovò al cimitero di Parmezzana.

Nella valle meridionale i depositi lacustri sono più evidenti. Già ad E del cordone di Dosso Badino scompaiono i ciottoli alpini ed i campi sono composti di argilla grassa priva di frammenti grossolani. Diversi rivi incidono questi sedimenti: da essi appare che sopra uno strato di ciottoli fluvioglaciali (con rocce alpine) poggiante direttamente sul fondo (rio Valle Delma ad E di

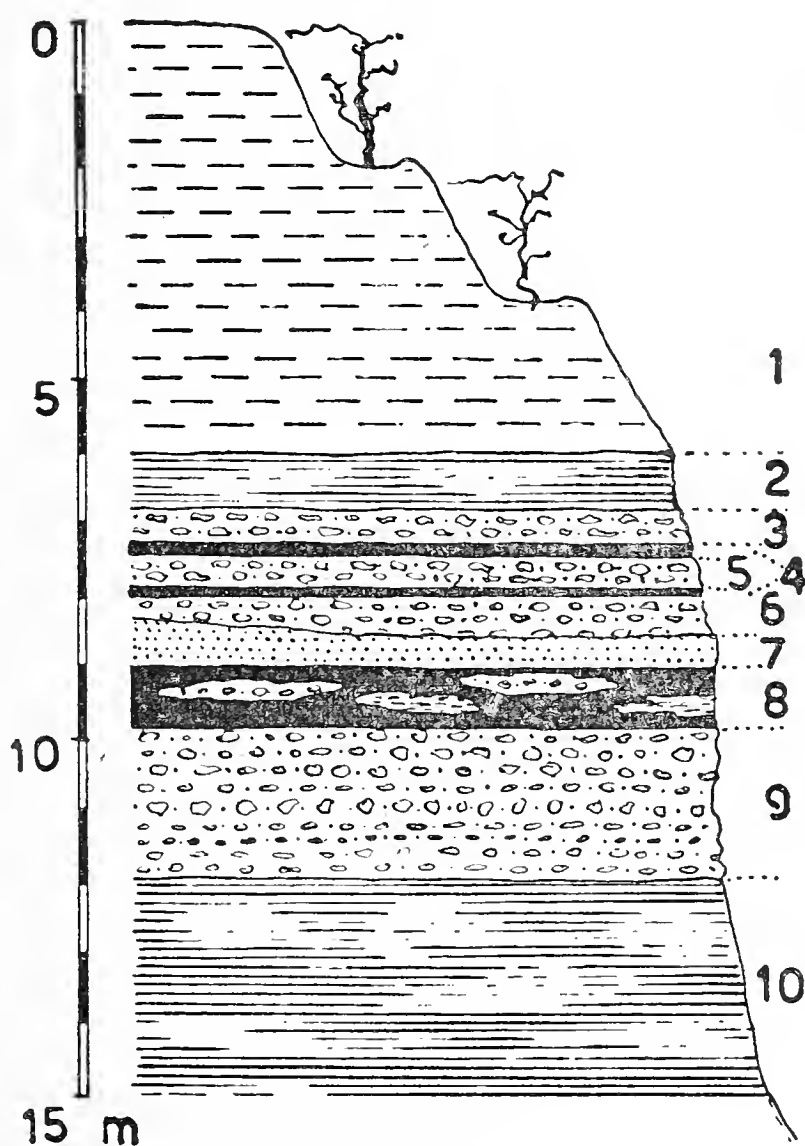



Fig. 2 — Sedimenti lacustri nella valle di Ome sbarrata dalle morene mindeliane. 1) terriccio argilloso color tabacco biondo; 2) argilla rossastra con plaghe grigie; 3) limo calcareo farcito di pezzetti noce di ftaniti e *Majolica*, angolosi, orizzontali e stratificati; 4) argilla nerastra; 5) ghiaietto limoso come 3); 6) ghiaietto limoso come 3) a forma di lente; 7) limo fino calcareo biancastro; 8) argilla nerastra con luoghi grigioverdi e lenticelle di ghiaietto; 9) ghiaietto impastato nel limo calcareo, pezzi come al 3), ma anche uovo; 10) argilla rossastra con plaghe grigie come al 2).

long. 2° 21′) vi è un riempimento composto di alternanze di argille lacustri con sabbie e ghiaietti di rocce esclusivamente locali (torr. Martignago e Gandòvere; fig. 2). La base dei depositi è sui 215, l'orlo superiore si livella sui 224 m s. l. m.

Una riprova della esistenza di questo lago la si trova sulle pendici SO del M. Valenzano; qui, tra la chiesa ed il passo, appaiono protuberanze di travertino. L'attuale mancanza assoluta di acqua e l'assenza di un qualsiasi bacino imbrifero ci riportano alla esistenza di un lago per spiegare quel travertino: l'acqua, contenuta dalla diga calcarea del monte Valenzano-Delma, doveva dunque avere un livello non inferiore a 250.

All'estremo orientale il bacino lacustre manca però di chiusura e comunica coll'esterno mediante la gola di Corneto, percorsa dal Gandòvere il cui letto è 25 m più basso dei sedimenti lacustri. Un esame delle insenature di Gazzo e di Valzina, presso Corneto, fa apparire che in entrambe vi è un terrazzo di deposizione ad altitudine 224 ÷ 225, come quella dei sedimenti lacustri, e che il torrentello di Valzina vi ha formato un cono di dejezione a terrazzetti orizzontali, come avviene nello svuotamento dei laghi; quello di Gazzo, poi, incidendo più profondamente il suo vecchio cono, ha raggiunto argille orizzontali grigie-azzurre di tipo lacustre. La chiusura del lago era dunque piú a S di Corneto e tutto si spiega ricordando i ciottoli morenici residui trovati sopra Ponte Cingoli a 240 di altitudine: lo sbarramento che chiudeva il lago non poteva essere che un cordone morenico del più antico Mindel, ora scomparso.

All'estremo occidentale dell'anfiteatro, a N e ad E di Sàrnico vi sono resti di altri laghi generati dalla glaciazione Mindel; si tratta delle valli dei torrenti Udriotto ed Uria, confluenti a Credaro, nonchè della valle Adrara, percorsa dal torr. Guerna.

Si è già ricordato (pag. 245) che una lingua glaciale deve avere occupato quasi del tutto la valle dell'Udriotto. Lo sbarramento morenico (fig. 3), che poi fu spianato e terrazzato, poteva essere alla sezione di Roncaglia, ove si trovano ancora ciottoli di rocce alpine. Più ad O invece vi è una spessa coltre di argilla rossastra a strati alterni puri e sabbiosi, privi di ciottoli, derivati dal disfacimento delle locali arenarie senoniane. La loro natura lacustre fu riconosciuta già da Cacciamali (1922).

Anche la valle stretta che da Villongo S. Filastro conduce alla conca chiusa di Foresto Sparso fu sbarrata da morene (pag. 245):

sotto Foresto si estende un deposito di argilla sabbiosa rossa che riveste la conca e forma una serie di terrazzi orizzontali risalienti sino all'altitudine 310; si tratta di un deposito lacustre. A riprova che la chiusura del lago era morenica, si trovano nella parte centrale della conca pezzetti di rocce eruttive alloctone; invece ad E e ad O di questa parte centrale non mi riuscì di trovarne altri; in particolare non vi è il più piccolo accenno a ciottoli erratici al passo di Collepiano (344) e sulla cresta di Dosso dell' Era. Moebus invece avrebbe trovato *Majolica* e gneiss sericitico a 650 sotto il Col Croce, che divide la val di Foresto da quella di Adrara

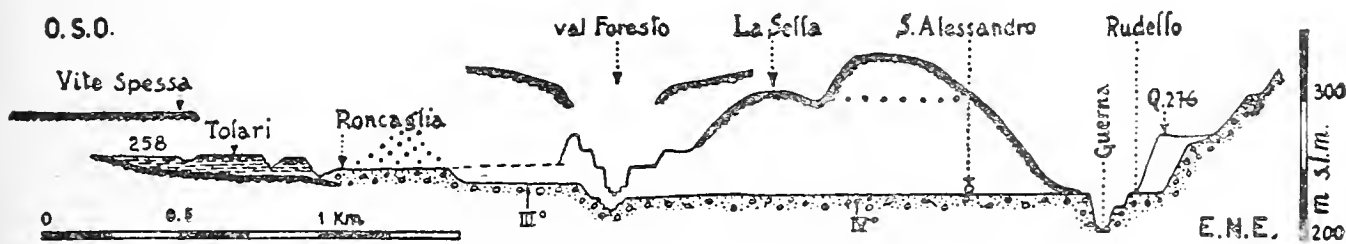



Fig. 3 — Schema dei depositi pleistocenici nei dintorni di Villongo. Altezze 5 volte le lunghezze. In nero l'ossatura mesozoica. A Tolari sono segnate le argille lacustri mindeliane. Presso Roncaglia, ad E di La Sella e ad E di Q. 276 è indicato la posizione dei più alti frammenti erratici (punti neri) e residui morenici ferrettizzati mindeliani. Il resto (cerchietti e punti) è costituito da morene e terrazzi fluvioglaciali appartenenti al Riss ed alle vicende erosive successive. Si confronti anche colla fig. 16.

e dalla Val Cavallina [1]: se ciò fosse vero dovrebbe esservi stato un riempimento completo della Valle Adrara e della Val Foresto.

A S della stretta che chiude Foresto la valle dell'Uria presenta sedimenti erosi in una serie di terrazzi inquadrati in un alto terrazzo orografico, poco superiore a 300, che sembra voler chiudere la valle tra gli speroni di casc. Calvarola (314) e casc. La Sella (304). I terrazzi bassi sono costituiti di un deposito glaciale o fluvio-glaciale ferrettizzato, che risale il fianco O sino a 275 (v. anche fig. 16) ma forma terrazzo alla quota 263 oltre ad altri più bassi. A nord del ponte 238 vi è una cava che sfrutta argille lacustri finissime, azzurre e con letti di torba, sottoposte al ferretto del terrazzo 250: nelle argille sono numerosi i pezzi

---

[1] Anche il prof. Venzo S., che ha rilevato il territorio per il foglio geologico «Bergamo», mi assicura di non aver trovato erratici così in alto.

e ciottoli di ftaniti (alloctoni) e di arenaria; nel ferretto sono abbondanti ciottoli di *Verrucano* di dimensione anche di una testa. Nel terrazzo di casc. Pasquini ch'è più ampio e più alto, sono numerosi i ciottoli alpini ed allogeni in genere tra cui anche piccoli calcari; vi è cemento giallo sino a 4 m sotto la superficie. Levy ha potuto vedere, in riva destra dell' Uria, sotto lo Zucchello, che le argille lacustri, potenti 5 m, ricoprono a loro volta del morenico, composto quasi esclusivamente di rocce alpine e ricco di porfidi, ferrettizzato al suo orlo superiore.

Attorno a Solarolo i terrazzi di destra dell' Uria si ricongiungono con quelli della valle dell' Udriotto; su tutti spicca il livello che giunge quasi in vetta dello Zucchello (274).

Sul fianco sinistro dell' Uria, sopra Villongo S. Filastro, bei ciottoli di quarzo bianco, di *Verrucano* ed anche di calcari marci risalgono sui fianchi di C. Cedrina; essi si livellano sino all' isoipsa 300 e sino sopra S. Alessandro. Ecco dunque un'ottima ragione dei depositi lacustri ed argillosi che si trovano a monte: lo sbarramento morenico più alto può aver sostenuto il lago di quota almeno 310; all'inizio della glaciazione si può essere formato il deposito delle argillle lacustri sotto c. Calvarola, le quali in seguito furono ricoperte dal morenico di quota maggiore; dall' interglaciale in poi, il tutto fu terrazzato dall' Uria. Altri dati su questo territorio appariranno a pag. 309.

Venzo (1950), senza aver nulla in comune colle mie ricerche, ha espresso anch' egli, come già Cacciamali (1922), il parere che per questi depositi è « probabile l' attribuzione al M-R; però inferiormente, le argille possono essere anche singlaciali (singl. Mindel II) ». Anche Haupt propendeva per il Mindel-Riss, mentre i precedenti autori di lingua tedesca (Penck, Rassmuss e Levy) li ritennero, al solito, dell' ultimo interglaciale.

Ed ora eccoci allo sbocco di Valle Adrara: è questo un ambiente più complesso delle altre due vallette poichè, oltre che dal suo sbocco sbarrato più volte dagli espandimenti glaciali, esso poteva essere penetrato anche dal fianco SE (fig. 20), attraverso il passo della Forcella (393). Infatti una coltre di sedimenti in gran parte di origine fluvio-glaciale discende da questo passo alla conca di Viadànica, ove la Val Maggiore confluisce in quella di Adrara, e va a fondersi col maggiore interrimento, suborizzontale, che riempie il fondo della bassa Valle Adrara.

Nella Val Maggiore (fig. 4), molta terrarossa si è accumulata sul fondo ed ha formato un ripiano a SO del paese di Colognola, mantenuto da una soglia di dura calcarenite supraliassica e da un sovrapposto crostone di travertino; questa terrazza proviene dal disfacimento delle rocce calcaree locali, ma presso il paese vi trovai un ciottolo di *Verrucano* (altitudine 400) che dimostra essere giunti sin lassù antichi depositi giaciali.

Comunque il conoide che scende dopo il ripiano, profondamente inciso dal torrente Il Fiume, mostra di essere formato di terra argillosa rossa interstratificata con ciottoli e sassi angolosi di locali rocce liassiche, con disposizione fluviale. Però a valle

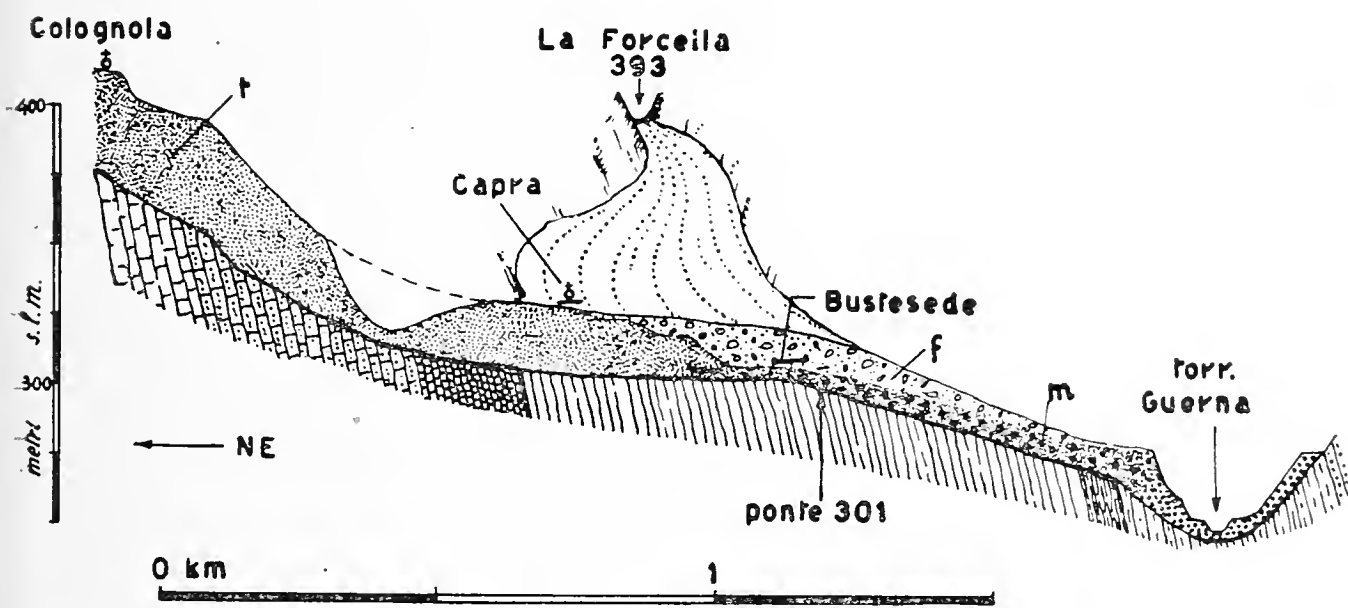



Fig. 4 — Riempimento detritico della Val Maggiore (sezione longitudinale) con apporti glaciali di transfluenza attraverso il passo della Forcella. t = terrarossa mista con alluvioni calcaree locali; f = fluvioglaciale fresco (Riss); m = ferretto con ciottoli alpini (Mindel) insieme con terrarossa che lo ricopre.

del ponte 301 vi compaiono anche numerosi erratici alloctoni tra i quali ciottoli alteratissimi di *Verrucano*.

Tra Capra e Bustesede, Il Fiume incide oltre una ventina di metri di sedimenti, alla base dei quali vi sono massi erratici e nella parte mediana sono frequenti i ciottoli, il tutto incorporato entro un'argilla rossa ch'è dunque in buona parte ferretto in basso, mentre più in alto, dov'è esente da morenico, può essere terrarossa di dilavamento. Al ponte su Il Fiume, ch'è all'orlo della tavoletta « Sàrnico », si vede la roccia e su di essa sedimento di pasta rossa sino alla base.

Nella parte più alta del deposito, e non più a monte di Capra, vi sono alcuni metri di terreno fluvio-glaciale fresco ricchissimo di *Majolica* e perciò indubbiamente proveniente dalla Forcella come apporto di una più recente glaciazione (rissiana).

Il livello raggiunto dal vero e proprio morenico al tempo della maggiore invasione mindeliana, viene meglio indicato dai residui rimasti su Il Colle (498) che separa la Valle Adrara da Sàrnico. Qui, al di sopra del terrazzo già citato, che riveste la base N ed O di Il Colle, abbondano le tracce glaciali. Alla bocchetta (ca. 380) che dalla cresta si affaccia alle Molere, l'arenaria è arrotondata e scalfita dal ghiacciaio, con strie dirette ad ONO; discendendo verso O si trovano a 335 molti erratici di gneiss e *Verrucano*. A 300 vi è un piccolo terrazzo di terreno morenico ferrettizzato. Infine a 275 si estende un grande cordone sbarrante la Valle Adrara (Q. 276 in fig. 3) a N del quale sta il grande interrimento della valle, profondamente inciso dal Guerna che vi ha formato una serie di minori terrazzi bassi e spesso raggiunge la roccia sottoposta.

Questo riempimento è un piano leggermente in discesa dal cimitero di Canzànica (sotto Adrara S. M.) alla morena di casc. Piazza-Q. 276, (sopra il molino Rudello) la quale costituisce uno sperone alquanto più alto, sbarrante la valle al suo sbocco, contro cui si appoggia il piano suddetto (fig. 3). Risalendo da S questo bastione, si trova che il suo fianco è composto verso il basso di ferretto con massi erratici e ciottoli morenici, verso l'alto appare come morena cementata con molti massi e ciottoli tra cui calcari anche striati; a questo conglomerato si sovrappone del ferretto, poco potente, che sulla superficie piana terminale è quasi assente mentre abbondano i calcari. Sul lato N dello stesso sperone, Levy trovò argille a livello del fiume, verso l' alto addentellate con detrito angoloso calcareo il quale è ricoperto di morena: questa morena per i suoi caratteri non può essere che rissiana, almeno nella sua parte superiore, essendosi addossata ed in parte sovrapposta ai materiali del riempimento più antico.

Poco più a N, presso casc. Piazze, l' erosione mette in mostra che la parte superiore di detta terrazza, almeno per molti metri, è composta di limo e ciottoli caoticamente disposti: il limo è aranciato, un po' più rosso in superficie; i ciottoli sono arenarie, quarzo in quantità, micascisti, *Verrucano*, rarissimi pezzetti di calcare: è fluvio-glaciale alterato. Altrettanto appare procedendo

sino ad avvicinarsi alla Val Maggiore, ove arriva la discarica di materiale più fresco attraverso la via della Forcella.

Questo materiale fresco si trova sui terrazzi bassi di riva destra del Guerna, ma solo a valle di Fornace Casotto. Poco più a monte, a Gazzenda (279) vi è un lembo del fianco destro del

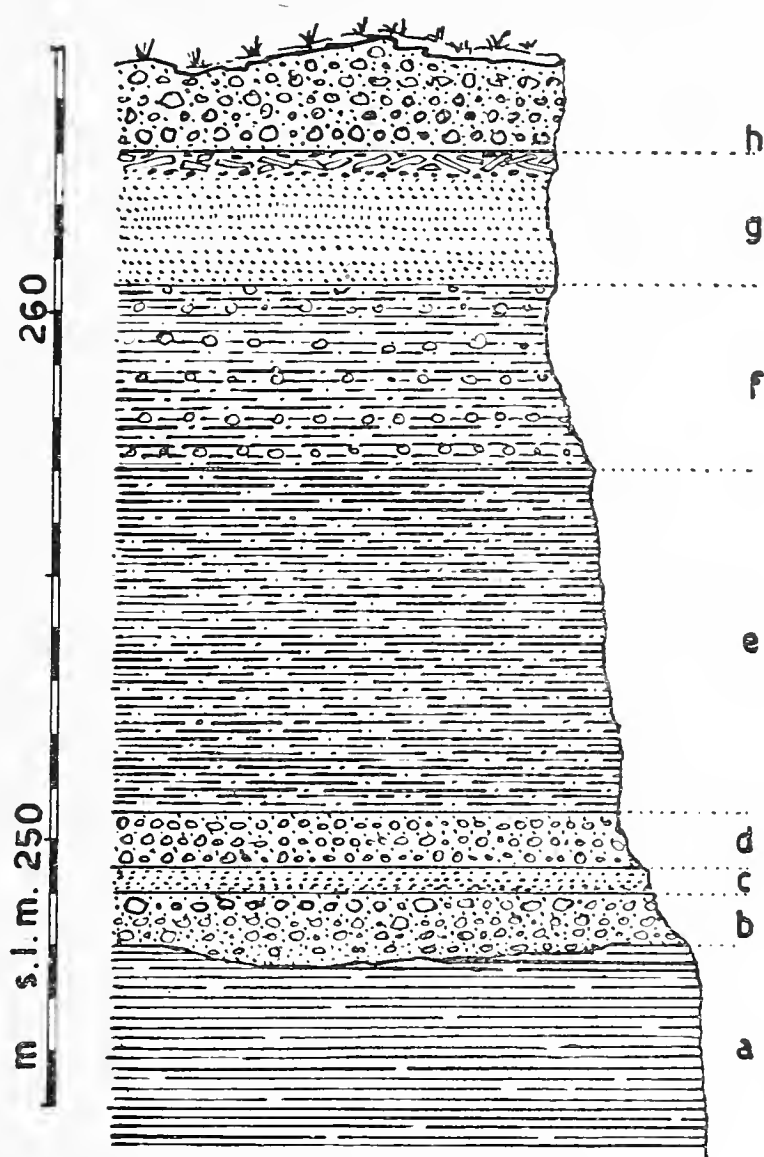



Fig. 5 — Sezione dei sedimenti costituenti il grande terrazzo di Valle Adrara, in corrispondenza della cava d'argilla di Gazzenda, allo sbocco della Nembra. a = argille fini lacustri; b = ciottoli calcarei (Lias, Giura) appena smussati, noce ÷ testa, cemento sabbioso-terroso grigio giallastro, arrricchito alla base di Fe e Mn; c = sabbia grigio-bruna con ciottoli marci di arenaria cretacica; d = come b; e = strati argilloso-sabbiosi; f = come sopra ma con qualche ciottolo; g = sabbia giallo-bruna con in alto pezzi di arenaria cretacica arricchita di ossidi di Fe e Mn; h = come b.

grande terrazzo (fig. 5). L'erosione dell'affluente Nembra mette in vista la sezione, qui rappresentata, che nella sua metà inferiore non è più così rossa.

È un'alternanza di alluvioni ghiaiose e sabbiose con rocce ora di Val Nembra ora di Valle Adrara, alterate, parzialmente decalcificate e con fenomeni di diagenesi (arricchimenti di Fe e Mn, concrezioni e lastre di selce di neoformazione) che ne dimostrano l'antichità. Sotto 15 m di tali alluvioni stanno alcuni metri di argille grigio-azzurre, lacustri, con qualche varva, che alimentano le locali fornaci; la loro base è ignota, l'orlo superiore, ch'è a quota 248, è limitato da un'erosione antica su cui si è deposto il nuovo riempimento rappresentato nella fig. 5, terrazzato ed eroso a sua volta da un nuovo profondo letto della Nembra. Nei depositi di Gazzenda non vi è più nulla del morenico nè del fluvio-glaciale che stavano più a Sud, vi è bensì la parte basale, argillosa, forse singlaciale di quei sedimenti che poi hanno colmato il lago di sbarramento. Sulla scarpata prospiciente il Guerna le argille non appaiono più.

Per tutta la parte a monte di Gazzenda il grande interrimento di Valle Adrara appare composto, sino alla base, di una terrarossa con molti pezzetti di calcare, ma senza elementi alloctoni. Alla superficie il grande terrazzo è formato di ampii piattissimi conoidi, discendenti dalle vallette dei numerosi rii confluenti nella Valle Adrara; a Razetti vi è anche un lembo residuo di un più alto terrazzo o scanno su delta lacustre.

A valle della grande morena rissiana di Q. 276 il Guerna seziona profondamente la pianura morenica (rissiana) di Villongo-Contrada Rudello e mette in evidenza le sottoposte argille ai piedi di villa Rocchetta, scoperte da Moebus e meglio descritte da Levy e da Cacciamali (1922); un piccolo giacimento di esse poggia direttamente sull'arenaria, al molino 200 m a N del cimitero; ma il maggiore affioramento è alquanto più a valle, cioè a partire dall'ex-ponte del tram: argille pure, in strati leggermente scendenti a SE, ricoperti, dopo erosione, da morena cementata in alto; esse affiorano sino a 100 m a monte del ponte stradale. Queste argille sono a quota intorno a 210, molto più basse cioè di quelle di Gazzenda e non sono in continuazione con esso (contrariamente di ciò che affermava Levy), come si può vedere lungo il Guerna che incide più volte il suo letto sino alla roccia; a rigore non si può neppure affermare che siano coetanee. Le argille di villa Rocchetta sono certamente prerissiane e probabilmente più antiche.

La bassa Valle Adrara, colla Val Maggiore, deve il suo

riempimento ad una antica grande espansione glaciale (mindeliana) seguita da un lungo periodo di alluvioni e da uno di spianamento. Una successiva invasione più recente (Riss) ha portato, dalla Forcella, solo il poco materiale morenico che si trova sovrapposto ai terreni ferrettizzati.

VENZO (1950) in modo assolutamente indipendente da me, come già CACCIAMALI (1922), espresse il parere che i depositi lacustri di Adrara risalgano all'interglaciale M-R, mentre gli AA. d'oltralpe (PENCK, RASSMUSS, LEVY), col solito spostamento di una glaciazione, li ritenevano formati nell'interglaciale R-W.

La glaciazione del Riss.

Il morenico del cordone principale, sui fianchi della conca del lago sebino e della cerchia principale nell'anfiteatro, rappresenta dunque una glaciazione successiva a quella delle morene ferrettizzate; tra le due è passato tanto tempo da dare origine a forte ferrettizzazione ed erosione prima che le nuove morene si deponessero.

Il cordone principale poco o nulla alterato, che separa i due tipi di morenico, appare come il lineamento più caratteristico del territorio. Allo sbocco della Val Camònica esso è nettissimo in fianco destro, girando sopra Lòvere in regolare discesa tra 1025 («Pian del Pirlo») e 1011 (Pian di Bòssico); poi penetra in Val Borlezza addentrandovisi assai ed abbassandosi sino a 958. Questo livello continua in occidente in Val Seriana: la sua quota si accorda con quella tra 900 ed 800 che DESIO (1945) assegna al ghiacciaio rissiano, al meridiano di Clusone.

Dai dintorni di Lòvere si dipartiva pure il grosso ramo glaciale della lingua di Val Cavallina (fig. 20), attraverso una specie di sfioratore che agiva lungo 7 km di fianco destro, dal Pian di Bòssico al M. Boario (1234), sommergendo completamente il M. Clemo (779). Rimpetto a quest'ultimo, sul fianco E del lago, nell'alta Val di Toline, vi è il cordone di Campo delle Rape, da 975 a 950, che mostra qual'era il massimo livello del ghiacciaio. Perciò dal Passo Croce di Zone (905) e dalle due Forcelle (entrambe intorno ai 950), i tre passi che fan comunicare la Val di Toline con quella di Zone, il massimo ghiacciaio rissiano riversava alquanta morena e ghiaccio nella conca di Zone, il cui sbocco era sbarrato più a valle dallo stesso ghiacciaio, sopra Marone. Infatti un po' di tale deposito è rimasto sui passi ed una parte è accumulata sui pendii oltre i passi.

Intorno allo sperone di M. Boario, di nuovo sul fianco O del lago, il morenico rissiano non ha formato cordone ma terrazzo, imbrattato poi dal ferretto sceso dalle pendici sovrastanti. Qui il livello rissiano discende da 850 ad 800 e lo si ritrova ben presto in forma di cordone tipico sul fianco S della Val Fonteno, a Tovo, ove ha quota 790. Poco più a S, nella valle a conca di Parzànica, il livello rissiano, a forma di terrazzo, gira torno torno passando da 775 a 760 sul fianco del M. Serezano, che la divide dalla valle di Tavérnola.

A Marone, rimpetto alla conca di Parzànica, sboccano insieme le due valli di Zone e dell'Opol, lunghe e strette. La prima ha origine nell'ampia conca di Zone, chiusa a Cislano dai residui della morena di sbarramento rissiana, la quale ha agito per molto tempo da diga naturale sostenendo un lago. La soglia, dapprima spianata e poi solcata sino alla roccia, ha ora il suo punto più

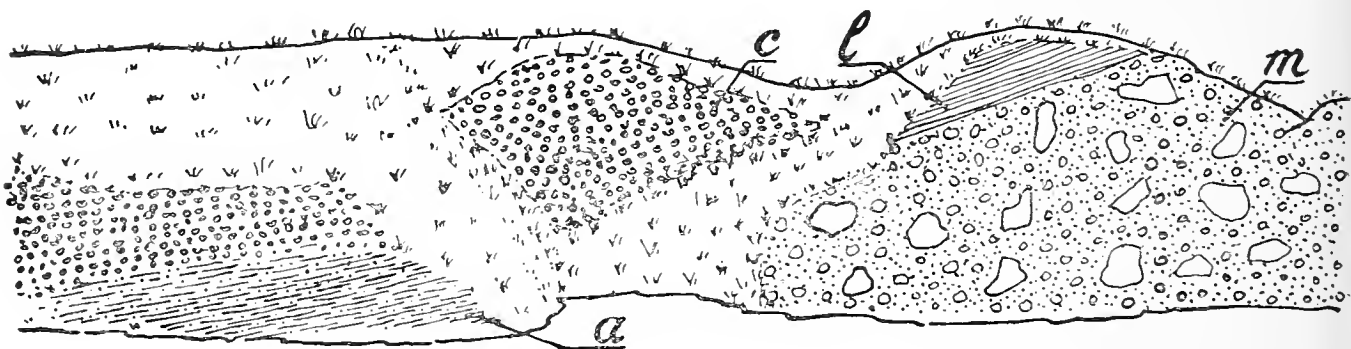



Fig. 6 — Depositi morenici e lacustri in Val di Marse, a S di Zone; sezione naturale, trasversale allo sbarramento morenico, a monte di questo. *m* = morena; *l* = limo stratificato; *c* = ciottoletti con poco limo; *a* = argilla arenacea rossastra.

alto a 622 ma sulle spalle della diga vi è morenico fresco sino a 645 (Cislano) e sino a Pado (679); ve n'è poi anche più in alto in val di Gasso e altrove, sino a 760. È difficile stabilire quale sarà stata l'altezza massima raggiunta dalla diga morenica ma è certo che penetrando nel lungo corridoio stretto della val Bagnadore, dalle ripide pareti ora prive di morena, il livello del ghiacciaio rissiano si sarà abbassato alquanto rispetto all'altitudine sui 775 della sezione d'ingresso.

I depositi lasciati dal lago di sbarramento riempiono la conca di Zone ove, sezionati da vari torrenti sino alla base, mostrano chiaramente la loro natura (fig. 6). Ma il riempimento non è omogeneo: esso ingloba delle ampie masse di morena tipica

in corrispondenza delle vallette scendenti dai passi settentrionali. Direi che il laghetto dovette essere singlaciale e ricevette da quei passi un apporto di ghiaccio e morena fresca in quantità tanto maggiore quanti più bassi i passi alimentatori, ai cui piedi si formarono i delta lacustro-glaciali. La prima illustrazione di questo territorio si deve a SALMOJRAGHI (1885) e fu diligentissima com'egli usava ma la sua spiegazione dei depositi di Zone, adottata anche da MAASKANT, non appare più accettabile ponendo mente ai nuovi risultati [1].

Nell'angusta valle dell'Opol l'erosione fluviale ha spazzato via quasi tutto il riempimento morenico lasciandone però residui sufficienti per ricostruire il suo andamento. Da essi si vede che il livello della stretta lingua di ghiaccio penetrante nella valle doveva discendere verso monte ma non più di una sessantina di metri poichè vi sono tracce di morene sino a 700.

Le testimonianze piú precise sull'andamento del massimo livello rissiano si hanno per il tratto di valle sebina ove stanno le tre isole: qui i depositi del Riss possono seguirsi su entrambi i fianchi. Ad O, nella valle di Tavérnola (fig. 8), si conservano i resti morenici di una lunghissima lingua, insinuata sino alla distanza di 5 km dal lago; torno torno i diversi lembi di terrazzi e cordoni definiscono un piano che ha quota 680 1,5 km addentro nella valle e discende poi gradualmente verso l'interno sino a 640. Queste cifre assicurano che la grande isola centrale del lago (600) era completamente sommersa dal massimo ghiacciaio del Riss. Del resto ciò è confermato da quanto appare sul lato orientale del lago ove il cordone massimo rissiano è in gran parte continuo e perfettamente formato; lo si può seguire da Nandòvere (715) per oltre 3 km sino a Dazze, ove ha la cresta a 700, e poi, nella conca di Sulzano, in parte sotto forma di terrazzo ed in parte di cordone, ve n'è altri 3,5 km con discesa sino a 650 [2].

---

[1] SALMOJRAGHI adottava allora la tesi monoglacialista di STOPPANI, e spiegava quei depositi nel modo seguente. Durante la fase d'aumento del ghiacciaio si sarebbe formato dapprima un laghetto che lasciò i suoi sedimenti; poi esso fu sostituito dal ghiacciaio avanzante da S che vi sovrappose la sua morena, infine, durante il ritiro, una sosta avrebbe dato origine al vallo morenico di Cislano determinando un'altra fase lacustre i cui sedimenti ora sarebbero completamente asportati.

[2] BALTZER aveva creduto di vedere, nel cordone di Bretten-Dazze ed in quello di Nestisino-Coloreto, un aumento progressivo di quota procedendo verso S, ossia in contropendenza, e ravvisava in ciò la

Sul lago Sebino, tra Punta del Corno e Coloreto vi è una stretta che riduce assai la sezione della valle lacustre. A S di essa però il ghiacciaio poteva espandersi ampiamente prima di riversarsi sulla pianura, perciò qui la pendenza della sua superficie cresceva alquanto (fig. 19). Così sul lato E, già nella valletta di Parlo (Pilzone) il cordone rissiano tipico appare a 624. Più a S, nella valle del torr. Cùrtelo (Iseo) esso è lungo 1100 m e discende da 570 a 525; qui però in realtà si ha a che fare con due cordoni di egual quota paralleli e ravvicinati; lo sdoppiamento

Fig. 7 — Terrazzi e cordoni morenici nell'alta valle di Tavèrnola Bergamasca, visti da monte (Col Martinazzo, 1031).

avviene dove la pendenza è piccola, qui come nell'anfiteatro ed altrove. Sul fianco sinistro della stessa valle il terrazzo che prolunga i due cordoni arriva all'altitudine di 500.

Sul lato occidentale del Sebino, quasi rimpetto alla valle del

testimonianza di movimenti tettonici. Ma già PENCK sfatò questa illusione (giustificata dalla mancanza di carte a linee di livello) mostrando che vi sono soltanto delle piccole oscillazioni in corrispondenza del cavo delle vallette, per abbassamento delle lingue insinuate, ma non delle vere risalite in contropendenza. Segnalerò che il fenomeno è particolarmente visibile nella conca di Simano ove tra il cordone e la montagna è rimasto uno spazio assai ampio, riempito di detriti, che ha l'aria di avere ospitato un laghetto (fig. 10) (v. anche pag. 274).

Cùrtelo, vi è la valle del torr. Dezzo di Predore il cui fondovalle, in gran parte a dolce inclinazione, presenta una rottura di pendenza proprio intorno alla quota 475, ove inizia bruscamente il morenico fresco colla morena-cordone di Cimacarda, posta sul fianco ripido prospicente il lago. A Duago, 1,8 km più ad O sulla stessa latitudine, vi è un netto livello morenico fresco, isolato ad altitudine 485-480; qui la pendenza dell'appoggio è quella limite per la deposizione delle morene.

Più a S si può ricostruire il resto della superficie glaciale durante il massimo rissiano osservandone le morene deposte lungo i fianchi dell'isolato M. Alto, posto nel centro dell'anfiteatro ed a latitudine appena più meridionale di quella dei luoghi ora citati. Sulla parte N del M. Alto, sia sopra la Casc. Belvedere sia sopra Le Case, vi è il più alto morenico fresco, che sta alla quota 470; essendo deposto su un pendio assai ripido esso ha la forma di terrazzo. Alquanto più in basso è maggiormente sviluppato un livello di altitudine 440-435.

Dopo questa latitudine la pendenza generale del ghiacciaio doveva aumentare per un tratto poichè la massa si riversava sulla pianura uscendo dall'ultima strettoja tra il M. Alto (652) ed il M. Cognolo (674). Infatti il deposito morenico fresco più alto sul lato E sta a 410, sul fianco N del M. Madonnina e, girato questo sperone, giunge sopra Provaglio a formare il vistoso cordone alto 348, l'ultimo appoggiato al fianco montuoso [1].

Così ad O, lungo il fianco orientale del M. Alto, dopo le ripide pareti rocciose della Rocchetta, si ritrova morenico fresco, smembrato dai rivi, che giunge sino a 412 poco a N di casc. S. Michele, ma l'unico cordone (in accordo colla pendenza del supporto roccioso) è quello sopra M.na delle Gambe, di altitudine intorno a 350, senza che si possa sapere se corrisponde al massimo rissiano. Infatti nella successiva conca di Nigoline vi sono due ordini di cordoni: quello di casc. Zanetti - F.na Marzoli (di quota 325-320 e poi a 330 sotto La Sassina) è ancora aderente al monte; quello di S. Eufemia se ne stacca invece decisamente e dà inizio alla cresta maggiore dell'anfiteatro con quote sui 320. Questa duplicità prosegue nell'ala occidentale e centrale della cerchia principale dell'anfiteatro (v. fig. 12).

---

(1) Di questo collegamento tra il fianco montano e l'anfiteatro si era accorto già il PENCK.

La cerchia morenica principale dell'anfiteatro sebino ha un'altezza ed una sezione assai maggiori delle morene ad essa esterne già descritte e così pure di quelle interne (fig. 12), ma mentre le esterne sono solo residui di cerchie più antiche, bassi e fortemente alterati, quelle interne sono archi morenici bassi ma conservati e freschi. La cerchia principale costituisce un bastione, alto e continuo, che divide in modo quasi ininterrotto lo spazio interno da quello esterno.

Planimetricamente (fig. 11) la cerchia principale appare come un arco di 2/3 di cerchio, di raggio 3,5 km e centro a 2/5 tra Borgonato e Timoline, appoggiato ai due pilastri del Monte Cognolo ad E e del Monte Alto ad O. Al di là di questo, all'estremo NO, vi è poi la prosecuzione che forma uno sbarramento assai più breve, 2 km soltanto, tra il M. Alto ed il paese di Credaro (pag. 270).

La cerchia principale presenta diverse interruzioni più o meno strette che la dividono in tratti: le maggiori sono quella dell'ex-emissario Longherone e quella lungo cui passa la strada Rovato-Iseo; il breve tratto di cerchia interposto tra esse, lungo 2,5 km, non è allineato col resto ma spostato di circa 1 km verso l'interno. Causa evidente di questa grossolana bilobatura è stata, come osservò CACCIAMALI (1907), la presenza del rilievo roccioso di Borgonato.

La cerchia appare multipla in quanto dotata di parecchie creste e cordoni, i quali sono in numero diverso da tratto a tratto; 5 ÷ 7 sul tratto SO, intorno a 7 ÷ 10 sui tratti S e SE. Il versante esterno della cerchia si addossa ai cordoni morenici alterati cosicchè questi s'incorporano in essa e si ha un passaggio quasi graduale dalle cerchie esterne alla principale.

Dal punto di vista del suo grado di alterazione la cerchia principale presenta un carattere ben distinto dalle cerchie esterne: il terreno morenico in tutte le creste o parti rilevate appare fresco, ricco di calcari, a limo color pergamena o bianco-burro sporco, sino alla superficie; invece sui fianchi dei pendii appare ferrettizzato in superficie per uno spessore irregolare, spesso a tasche, comunque intorno ad un metro o meno; infine in tutte le vallette longitudinali comprese tra le creste, e su tutti i ripiani che talora le sostituiscono, vi è una copertura di ferretto più o meno spessa ma più continua e quasi mai mancante; la quale assume maggior potenza sopratutto alla base dei versanti esterni mentre in quelli interni essa è meno frequente e più scarsa.

Altimetricamente la cerchia principale si mantiene appena sotto i 300 m s. l. m. nel suo terzo centrale mentre va aumentando gradualmente sino a 350 nelle parti laterali, verso gli attacchi al monte; ma anche il piano su cui essa poggia è foggiato nello stesso modo cioè un poco più depresso nella parte centrale, cosicchè l'altezza relativa del bastione morenico rimane quasi costante sui 100 m rispetto alla pianura ondulata esterna e sui 110 ÷ 120 m rispetto a quella interna. Dei due pendii quello esterno è più copiosamente cosparso di massi erratici.

La cerchia morenica principale, al suo estremo E, inizia nella pianura colla collina isolata di Q. 310 (casc. Nulli); palesemente questa deve riattaccarsi al cordone morenico di Provaglio (altitudine 348) addossato al monte, che ne dista solo 0,5 km ed ha i caratteri di freschezza propri della cerchia principale. A S della strada Iseo-Brescia la cerchia s'innalza articolandosi dapprima in due creste e poi in un festone di 4, digradanti verso l'interno, contrassegnate con β, γ, δ ed ε nel profilo 1° della fig. 12.

A S di Q. 347 appaiono terrazzi su entrambi i fianchi della cerchia e così pure dei cordoni si mostrano alle sue basi sia esterna (α) sia interna (m). Poi, (prof. 2°), mentre quest'ultimo cordone diverge decisamente verso l'interno, anche il resto del fascio si allarga.

Al di là del profondo solco del fiume estinto Longherone, il quale approfondì il suo letto sino alla quota 200, la cerchia principale riprende colla stessa forma (prof. 4°) cosicchè appare abbastanza probabile la correlazione tra i cordoni delle due parti com'è rappresentata in fig. 12, anche se nei particolari qualche cocuzzolo è difficile da sistemare. I due tratti di cerchia che stanno ai lati della valletta del Longherone formano tra loro un angolo il cui vertice starebbe proprio nella valletta, come se la bifida lingua di ghiaccio avesse ivi proteso una delle sue punte.

Invece il tratto di cerchia che sta ad O della strada Rovato-Iseo ha un raggio di curvatura un poco maggiore degli altri due ed è spostato verso l'esterno non solo rispetto all'arco centrale ma anche rispetto a quello orientale. Non è dunque possibile corriferire i cordoni del nuovo tratto con quelli dei due precedenti; perciò nella fig. 12 i cordoni del Riss sono stati indicati con due diverse serie di lettere minuscole: greche e latine.

Anche in questo tratto occidentale si tratta di un fascio di cordoni (prof. 5°), costituenti nel loro complesso un'unica cerchia,

i quali tuttavia vanno variando di altezza cosicchè la massima altitudine ch'era dapprima del *d* passa poi all'*f* ed al *g* (prof. 6°) mentre quello si abbassa. L'aspetto prevalente è però quello del profilo 7°, dove i numerosi rilievi cordoniformi del versante esterno formano in complesso un dolce pendio che scende alle morene esterne mindeliane già descritte (pag. 251) in modo che rende possibile tracciare un limite tra i due tipi di morene, anche se non netto.

A N della sella ch'è ad E di Adro appare il tratto di cerchia che va a riattaccarsi al M. Alto; vi si ritrova il cordone a cresta bipartita del tratto precedente (*f* e *g*) ed altri ancora, ma ora i cordoni si ravvicinano tra loro, come avveniva all'estremo E dell'anfiteatro; presso S. Eufemia essi si ricongiungono al pendio del monte, ridotti a due soli assai ravvicinati, trapassando così a quel tipico cordone alto che sta lungo entrambi i fianchi del lago sebino.

Anche all'attacco occidentale della cerchia principale, dal versante interno si diramano dei cordoni bassi che poi si allontanano per portarsi alla base settentrionale del tratto centrale; qui ve ne sono tre: *i*, *l*, e *m*. Il più interno, benchè si distacchi assai presto, va riunito alla cerchia principale perchè la sua corrispondenza coll'omonimo cordone del tratto orientale è evidente, e quello appartiene di certo alla cerchia. Tra i due più esterni, assai limosi, è rimasto tuttora un laghetto intermorenico, proprio al piede interno della sella che interrompe la cerchia a N di Pedergnano.

Una lingua del ghiacciaio rissiano ha deposto morene nel corridoio largo due kilometri tra le colline cretaciche di Capriolo e di Credaro ad O del M. Alto (fig. 8). Anche in questo piccolo anfiteatro come in quello principale dianzi descritto, si distingue chiaramente una cerchia principale a più cordoni addossati e ad alterazione limitata ed irregolare, da cerchie interne composte di cordoni più bassi e freschi. L'azione degli emissari ha scavato nella cerchia principale valli fluviali ravvicinate ed ha suddiviso la morena in lunghe fette radiali, tuttavia non occorre grande sforzo per ricostruire idealmente la cerchia originale. Questa ha una forma anormale, concava verso S. Tale fatto, insieme con lo smembramento fluviale, ha forse contribuito a non farla riconoscere per cerchia dai predecessori, ma la sua forma si spiega pensando all'ostacolo frapposto al moto del ghiaccio dai colli di

Paràtico e del Castello, ad ossatura di arenaria cretacica, i quali formano un'altura lunga 1 km disposta nel corridoio parallela- al moto del ghiaccio (fig. 8 e 21).

Le alture che compongono la piccola cerchia principale sono le colline del Castello di Paràtico (262), di Le Guardie (260) e di Masnadura (265), separate tra loro da due strette valli morte,

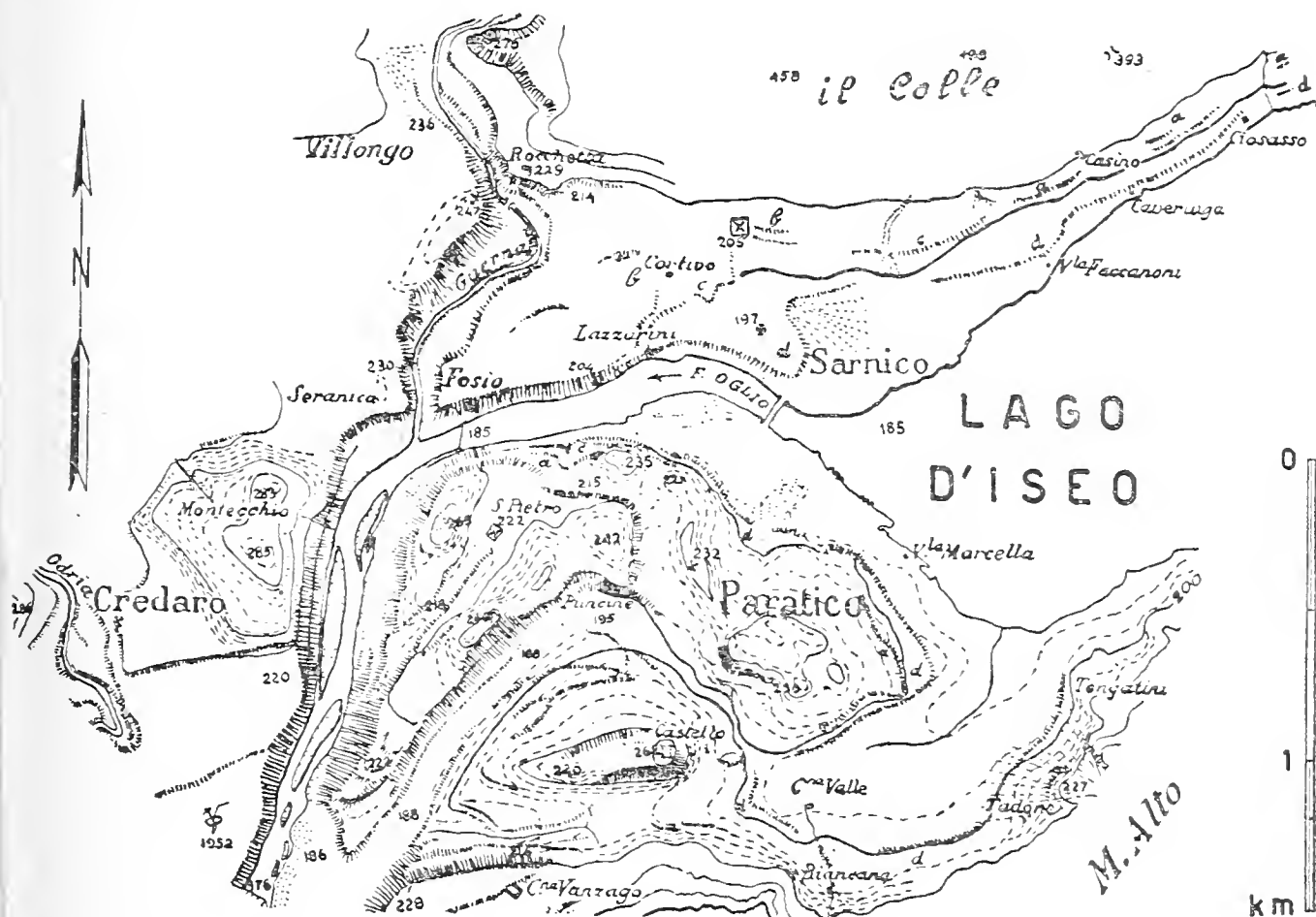



Fig. 8 — L'anfiteatro morenico di Paràtico-Sàrnico. La vecchia cerchia rissiana di Q. 276-Montecchio-Q. 265-Q. 264-Castello è sezionata dalle valli fluviali di Vanzago, Puncine, S. Pietro e dell'Oglio. La cerchia würmiana di Paràtico-Q. 235-Serànica-Q. 247 è interrotta dall'Oglio presso Fosio. Sono messi in evidenza i terrazzi fluviali e quelli olocenici lacustri. Quest'ultimi, che segnano le tappe dell'abbassamento di livello del Sebino, sono contrassegnati da lettere: a = terrazzo di quota 215-13-11; b = terrazzo di quota 208; c = terrazzo di quota 205; d = terrazzo di quota 197-95.

poi ad O della profonda gola dell'Oglio, vi è il Montecchio (285). I depositi di cui sono formate queste colline presentano in qualche luogo aspetto stratificato che rammenta un sedimento fluviale o fluvioglaciale, pure vi si trovano sempre ciottoli calcarei striati e massi erratici, eppoi nella grande maggior parte dei luoghi essi hanno struttura tipicamente morenica. Inoltre la forma delle

colline, ognuna delle quali conserva sulla cresta brevi tratti dei cordoni originali, conferma la natura morenica (v. anche pag. 309) ed affratella le quattro colline in una sola cerchia (fig. 8 e 9). Questa per importanza, altezza e grado di alterazione ripete i caratteri della cerchia principale nel maggiore anfiteatro (fig. 12) ([1]).

Al fianco N della lingua rissiana di Paràtico, cioè allo sbocco della valle Adrara, vi è ancora un tratto di morena attribuibile alla cerchia principale ed è il bastione di Q. 276 che sbarra la valle quasi del tutto (pag. 260). Ciò è confermato, oltrecchè dal suo stato di conservazione, anche dalla sua forma ed altezza, che corrisponde alla quota delle altre colline formanti l'anfiteatrino stesso, dal Montecchio al Castello di Paràtico. Invece sul fianco NO del M. Alto non vi è traccia di morene; che però non poterono mai deporvisi per la pendenza eccessiva del monte.

La valle Adrara era dunque sbarrata di nuovo, riformandosi o rialzandosi il vecchio lago del Mindel. Mentre il Guerna traboccava dalla morena dilavando la fronte del ghiacciaio sino al Montecchio, il laghetto (pag. 261) si riempiva completamente di alluvioni della valle, miste ad *eluvium* rosso, e riceveva dalla Forcella 393 poca morena fresca che andava a deporsi in Val Maggiore sopra il ferretto.

Sinora si sono descritti i depositi lasciati dal ghiacciaio rissiano che raggiunse lo sviluppo massimo. Ma come nell'anfiteatro si è potuto riconoscere che la cerchia principale consta in realtà di un fascio di cordoni, così nelle convalli lungo i fianchi del Sebino esiste una gradinata composta di numerosi terrazzi e cordoni disposti uno sotto l'altro.

Ho rilevato quei cordoni e terrazzi uno per uno colla massima cura nella speranza che mi sarebbe riuscito di seguirli singolarmente sino all'anfiteatro, ma i miei sforzi hanno raggiunto risultati limitati. Solo nella parte centrale della conca sebina è stato possibile seguire con continuità i terrazzi ed è risultata anche l'assoluta corrispondenza delle loro altitudini sui due fianchi

---

([1]) Gli AA. precedenti (eccetto Levy) avevano sempre considerato il Montecchio come più antico delle altre colline. Essi si basavano sul fatto che lungo la gola dell'Oglio il deposito è cementato; ciò avviene anche in alcuni tratti delle altre vallette interposte e non deve far meraviglia, dato il passaggio di correnti fluviali. In verità nessun fatto autorizza a separare il Montecchio mentre molti convalidano la sua incorporazione nella cerchia principale.

e sulla grande isola centrale. Comunque ciò valga a dimostrare la realtà di quei terrazzi come formazioni glaciali ed i loro stretti rapporti coi numerosi cordoni dell'anfiteatro.

Qui di seguito, i depositi del ghiacciaio rissiano in ritiro saranno passati in rassegna a partire dell'estremo N. La loro distinzione da quelli del Würm, che sono più bassi, sarà presa in esame soltanto nel capitolo che tratta di quest'ultima glaciazione.

È carattere quasi generale delle convalli sebine quello di essere poco inclinate o meno ripide nella parte alta e di divenire poi sempre più acclivi sino ad avere l'ultima parte a forma di forra o di salto. In tali condizioni mentre il cordone più alto del Riss si è deposto in moltissimi luoghi non è altrettanto per le morene dei livelli rissiani meno elevati. Inoltre l'azione ero-

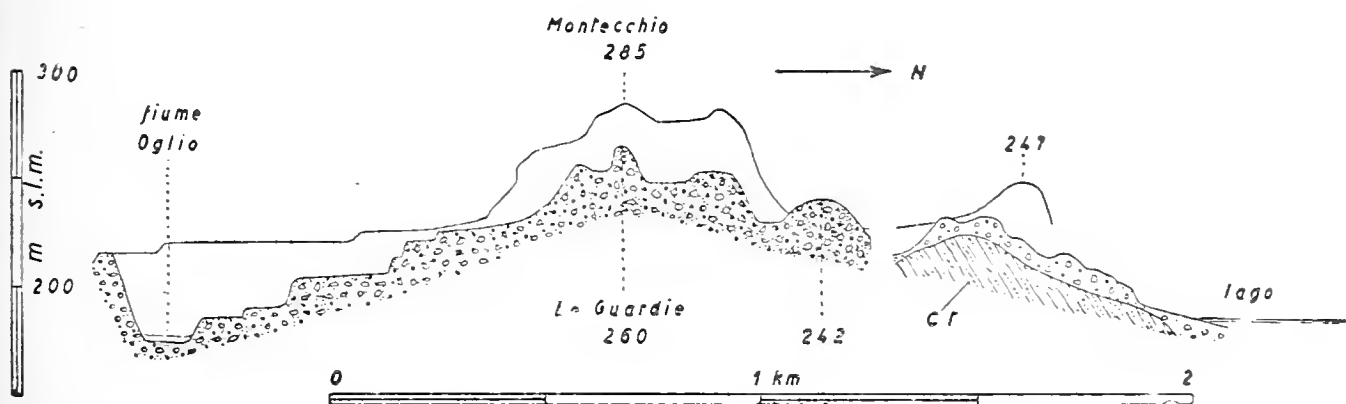



Fig. 9 — Sezione dell'anfiteatro morenico di Paràtico-Sàrnico. In grigioscuro le morene rissiane, cementate a luoghi e passanti ad alluvioni alla base verso SO. In grigio chiaro le morene freschissime würmiane giacenti sull'arenaria cretacica (cr). Sullo sfondo il profilo del seguito delle stesse cerchie, che si trova in riva destra dell'Oglio.

siva dei torrenti ha asportato poco terreno dalle parti alte delle valli mentre più in basso ha infierito assai sino ad eliminare talvolta ogni deposito.

Sopra Lòvere si contano 3 terrazzi morenici attribuibili al Riss, oltre quello principale; essi sono freschi, pur presentando talora quà e là tratti o tasche arrossati.

Sulla costa orientale non vi è praticamente nulla sino a Marone, ad eccezione di poco morenico sparso in val di Toline. Invece su quella occidentale gran parte è rimasta ben conservata sulla dolce sella di Solto Collina e sugli altipiani di M. Clemo (799) Qui si osserva un sistema di 7 terrazzi prima di giungere a quelli del Würm; talora alcuni tratti di essi hanno l'orlo rial-

zato a cordone, rosicchiato dai rivi; la ferrettizzazione superficiale non è rara ed a luoghi penetra sino a mezzo metro.

Anche nella valle di Fonteno, in sponda O, l'erosione ha rispettato cospicue parti delle morene rissiane, specie nei dintorni del paese. Vi si osservano porzioni di almeno 5 terrazzi, spesso con segni di ferrettizzazione superficiale.

In condizioni analoghe si trova la valle di Parzànica, che s'apre poco più a S, ove si possono contare 7 terrazzi. Questi terreni sono profondamente incisi, specie nella valletta del Cart ove si ammirano pareti verticali e pinnacoli. In essi si riconoscono ciottoli striati di calcare, ma vi è una strana assenza di rocce cristalline mentre vi sono grandi massi del solito *verrucano*; qua e là lungo i fianchi dei rivi, ove l'acqua infiltrata ha agito più a lungo, la massa si presenta tenacemente cementata e povera di limo argilloso, avendo i ciottoli calcarei superficie assai fresca. In complesso si distingue nella massa una parte superiore più cementata e più ricca di ciottoli.

Rimpetto alla precedente, a Marone, sboccano riunite le due valli del Bagnadore e dell' Opol, entrambe assai ristrette. Forme moreniche significative appartenenti al Riss sono rimaste solo nella seconda, ove si contano quattro terrazzi, due dei quali assai bene sviluppati.

A S della sezione Marone-Parzànica si apre la parte centrale del lago Sebino, ove le forme moreniche sono conservate in buona parte nella valle di Tavérnola, cioè sul fianco O; lo sono pure in grandissima parte nelle conche di Sale e di Sulzano sul fianco E, e si può dire siano quasi intatte sul grande Monte Isola, in mezzo al lago.

In quest'isola le morene sono deposte quasi soltanto sul fianco O, ch'è il meno ripido, e costituiscono una serie di cordoni e di terrazzi disposti in vari ordini. Ma poichè anche qui la pendenza del monte è prossima al limite per la deposizione delle morene, esse rappresentano in media solo una copertura di pochi metri. L'assenza quasi assoluta di corsi d'acqua, se da un lato fa mancare incisioni che mettano bene in mostra la natura delle morene, da un altro ci assicura che le forme che qui si osservano sono dovute ai ghiacciai senza alcun intervento fluviale [1].

---

[1] Le morene di M. Isola sono state illustrate da BALTZER sopra tutto allo scopo di dimostrare che tutti i terrazzi sarebbero in salita verso S cioè in contropendenza. Tuttavia questa affermazione non cor-

TABELLA I. — *Confronto tra i terrazzi morenici della parte centrale del Sebino.*

I numeri esprimono l'altitudine dei terrazzi sul livello del mare, in metri. Sono in grassetto i terrazzi più importanti o cordonati, sono in corsivo quelli brevi ed esigui. R = Riss, W = Würm.

Val di Tavérnola B.	Monte Isola (600 m s. l. m.)	Conca di Sale Marasino	N° d'ordine dei terrazzi
lato Ovest del lago	centro del lago	lato Est del lago	
680	—	**683**	1° R
635	—	645 e 635	2° R
600	—	600	3° R
—	—	575 e 565	4° R
560	550	**555**	5° R
540	540	540	6° R
—	—	525	7° R
500	500	500	8° R
475 ca.	485	480	9° R
450	450-460	**440**	10° R
—	430	*425*	11° R
400-410	**420**	**405**	12° R
375	**390-395**	**388**	13° R
—	—	> *365*	14° R
350	**360**	**365**	15° W
—	—	355	16° W
—	—	**345**	17° W
—	—	> *320*	18° W
325	330-325	**320**	19° W
275	**270**	280	20° W
260	**255**	**250**	21° W
—	—	*245*	22° W
—	255	230	23° W
		211	24° (?) W
		195	25° (?) W

Il M. Isola, coi suoi 600 m s. l. m., fu superato di ben 80 m dal più alto livello di ghiacci del Riss; perciò non tutti i terrazzi vi sono rappresentati; pure se ne contano 8 (tab. I) il più esteso dei quali è orlato di cordone ed è lungo 1 km.

Rimpetto all'Isola, in val Tavérnola si contano pure numerosi terrazzi disposti in più ordini sotto a quello del max. rissiano (fig. 7). Si potrebbe sospettare che questi, anch'essi addentrati entro il tratto di valle occupato dal precedente, siano tutti terrazzi di erosione del torrente Rino entro la morena deposta al livello del più alto. Ma questa ipotesi, che sarebbe giustificabile per terrazzi paralleli al corso d'acqua, è inammissibile per la parte di valle che va allargandosi verso lo sbocco al lago poichè qui i terrazzi si raccordano colla costa del lago e sono obliqui rispetto al corso d'acqua; inoltre mettendo a raffronto le quote dei terrazzi nella val di Tavérnola con quelli del Monte Isola qui dirimpetto, che sono certamente costruttivi, e della conca di Sale, sul fianco E del lago, si trova una corrispondenza perfetta (tab. I): vi sono 10 terrazzi, quasi tutti gli stessi che si osservano nei due luoghi citati e stanno alle identiche quote. È dunque giocoforza riconoscere che i terrazzi di val di Tavérnola sono anch'essi costruttivi. Ciò significa che ognuna delle lingue di ghiaccio che ha occupato la valle ha deposto il suo terrazzo all'ingiro ma non ha mai riempito completamente la valle di detriti. Tutti questi depositi morenici, sezionati spesso sino alla base, appaiono freschi e di limo bianchiccio.

L'area ove le formazioni del Riss sono meglio rappresentate è senza dubbio il fianco orientale del lago. Qui, al di sotto del descritto lunghissimo cordone del max. rissiano, vi è una gradinata di minori cordoni e terrazzi (fig. 10).

In tutto il Sebino è soltanto nei dintorni di Sale e di Sulzano che si ritrova la serie dei terrazzi di deposizione glaciale completa sino al livello del lago; perciò essa va presa a modello e descritta con cura. Io ne ho fatto un rilevamento completo il più possibile, coll'intento di seguire i terrazzi uno per uno su tutta la loro lunghezza, che può giungere a più di 7 km. Per molti di essi ciò è possibile, per altri no in quanto si riducono lateral-

---

risponde a verità neppure qui, come nella conca di Sulzano. Quell'apparenza si dovette almeno in parte al fatto ch'egli non distinse tutti i terrazzi e congiunse tra loro alcuni lembi in modo inesatto.

mente a terrazzini di rilievo insignificante o addirittura se ne può riconoscere la non continuità; talvolta si rialzano a formare cordoni, talaltra svaniscono in un dolce pendìo o si uniscono ad altri formando un terrazzo unico.

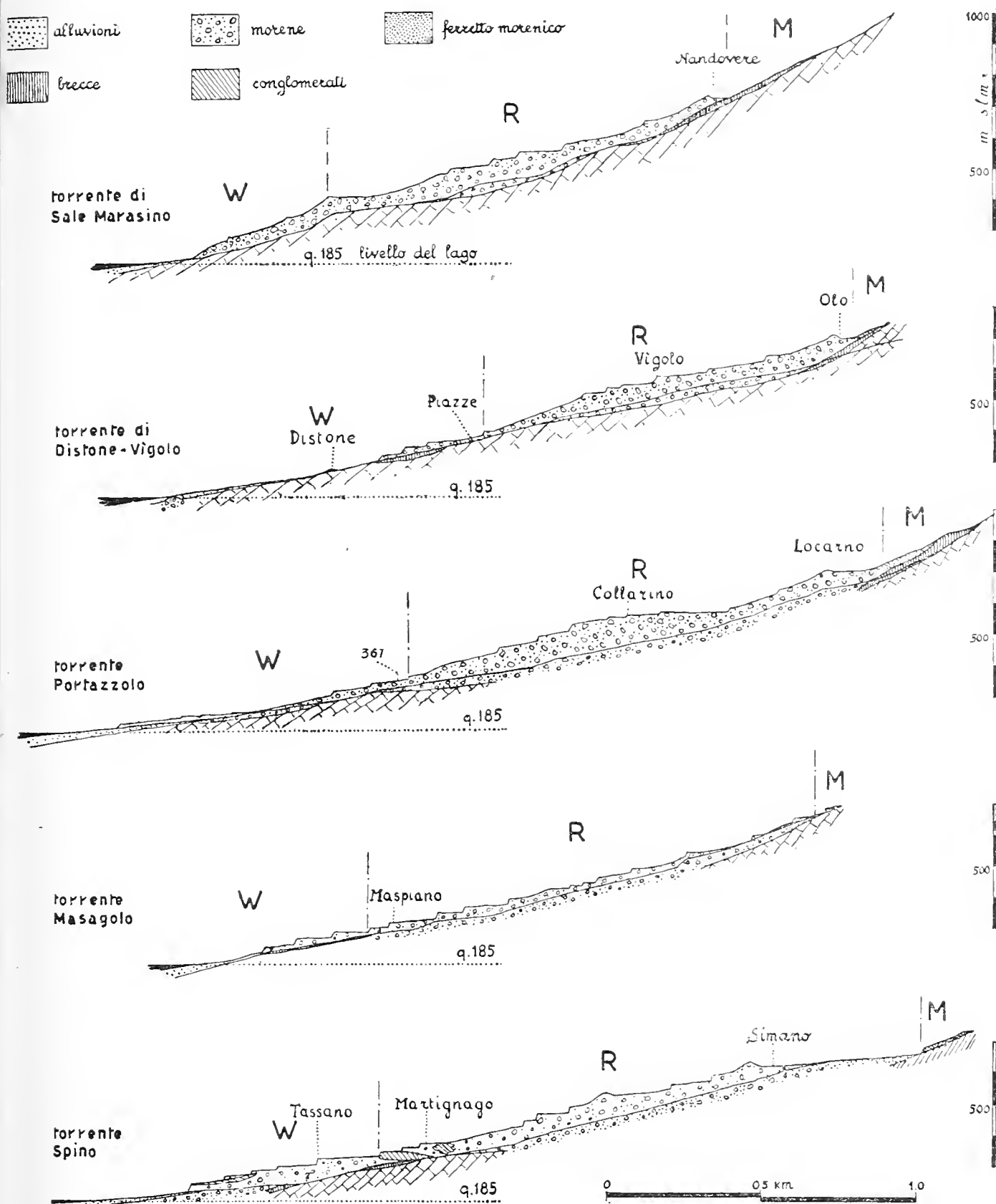



Fig. 10 — Le morene ed i terrazzi glaciali delle conche di Sale e di Sulzano visti lungo le sezioni naturali formate dai torrenti principali.

Perciò è vano disputare sul loro numero preciso; essi sono 10 secondo Sacco (1894), 12 secondo Stoppani, che però non ne segnava alcuno al di sotto di Tassano; Penck invece dichiarò ch'egli considerava solo i due « maggiori », visti nella conca di Sulzano, e trascurava i « minori »; eppure proseguendo lungo questi ultimi è evidente ch'essi assumono spesso importanza non minore degli altri o viceversa. Ma il pensiero di Penck si spiega ricordando ch'egli riteneva würmiana tutta la gradinata di terrazzi sino al lago e che cercava di mettere in evidenza i suoi noti stadi di ritiro.

Io ho riconosciuto e segnato sulle carte una categoria di terrazzi che appaiono i meglio definiti, e che per le loro dimensioni o forme o intima struttura non possono certo ascriversi ad opera umana; spessissimo però ogni ripiano è suddiviso in una serie di gradini assai meno rilevati per i quali il lavoro dell'uomo non si oserebbe escluderlo in ogni caso. Tuttavia analoghe osservazioni svolte in vari luoghi delle Alpi, anche completamente disabitati, mi hanno convinto che le morene laterali deposte su pendii dolci si manifestano spesso con una serie di terrazzi innumerevoli anche minuscoli.

Questa sottospecie di terrazzi, direi quasi « armoniche superiori di una nota fondamentale », l'ho esclusa dal mio rilevamento. Distinguere tra le due categorie di terrazzi mi è sembrato abbastanza sicuro e nel complesso, facile. In totale ho segnato intorno a 23 . 25 terrazzi veri e propri (v. tab. I a pag. 275). È quasi inutile richiamare l'attenzione sul fatto che tutti questi terrazzi sono di deposizione glaciale e non hanno nulla a che fare coll'erosione fluviale: basterebbe ricordare che essi formano spesso regolari cordoni morenici e che il loro ordine altimetrico corrisponde perfettamente a quello dei terrazzi di Monte Isola, ove non c'erano corsi d'acqua.

Qui ora saranno considerati, tra quei terrazzi, solo quelli che appartengono al Riss. Si tratta di 14 terrazzi formanti una gradinata a mo' di duplice teatro greco, interrotta, come quello, soltanto dai parecchi torrenti e rivi che vi formano burroni spesso approfonditi sino all'ossatura rocciosa, dai quali appare il potente spessore dei depositi e la loro natura talora stratificata in grandi bande ora più limose ora più ricche di ciottoli. Nel loro corso più basso questi torrenti hanno risparmiato tra l'uno e l'altro solo degli speroni divisori abbastanza sottili, che però conservano

l'originaria superficie a gradinata. Lo stato d'alterazione superficiale delle morene rissiane è vario, più spesso presenta limo giallliccio o biancastro, ma a tratti è arrossato e talvolta per una discreta profondità.

Più a S di Sulzano i depositi dei livelli rissiani minori rimasti nelle vallette di Galinarga (lato O) e di Pilzone (lato E) sono insignificanti. Invece sono assai cospicui i depositi della valle d'Iseo: sotto i due grandi cordoni paralleli del *maximum* rissiano vi sono i resti di quattro terrazzi di cui uno è cordonato. Si tratta di detrito fresco che, solcato sino alla base dal torr. Cùrtelo, appare composto di massi e ciottoli in limo abbondantissimo e presenta una stratificazione in grande, orizzontale, per la presenza di banchi più limosi ed altri più ciottolosi e cementati.

Invece le numerose terrazze che si estendono in più ordini, sotto il livello max. del Riss, lungo il lato orientale dell'isolato M. Alto, permettono di ricongiungerci alla cerchia principale dell'anfiteatro di Franciacorta; se ne noverano $4 \div 5$. Come si è veduto a pag. 269 già i cordoni più interni della cerchia si staccano abbastanza presto dal festone per costituire, verso il centro dell'arco, cerchie semiindipendenti. Ma ancora più internamente vi sono altri cordoni che si staccano assai prima dalla cerchia principale cosicchè a prima vista sembrano rappresentare cerchie affatto indipendenti, di stature assai inferiore a quella della cerchia principale. Vi sono poi altre cerchie più interne le quali però appartengono al Würm; a pag. 290 sarà giustificata questa distinzione. Tra tutte queste, oltre le già nominate a pag. 268 e seg., appartengono ancora alla glaciazione del Riss: la cerchia di Nigoline-Borgonato-Fontane ed un'altra assai più esile che può chiamarsi di Grumi dal suo centro più importante.

La prima di queste cerchie ha un andamento planimetrico a due lobi poichè il ghiaccio si bipartiva contro la collina di Borgonato. È costituita di due cordoni (*n* ed *o* in fig. 12; prof. 1° e 7°). I caratteri dell'alterazione sono analoghi a quelli della cerchia principale ma la cotica di ferretto è abbastanza sottile e limitata alla base dei pendii od alle alture appiattite.

La cerchia di Grumi, formata di un solo cordone (*p* nei profili di fig. 12), è appena un'ondulazione lieve e piatta della pianura che si stacca dalla cerchia principale a M.na delle Gambe (M. Alto); la metà orientale si risolve in alture isolate, come a casc. Inchine (Q. 217) e nel breve cordone di Q. 222 ad ESE

della vecchia stazione di Provaglio: è morena abbastanza fresca anche in superficie, talora con molte tonaliti intatte.

La glaciazione del Würm.

Il fatto che vi siano depositi formati da una glaciazione successiva a quella del Riss entro la cerchia principale dell'anfiteatro ed in una fascia bassa tutt'intorno alla valle sebina è tutt'altro che evidente da riconoscere ed infatti parecchi predecessori non lo videro. Del resto in altri anfiteatri sudalpini lo stesso problema è stato oggetto di parecchie discussioni.

Nel caso del territorio sebino gli studiosi stranieri BALTZER, MOEBUS e PENCK considerarono la glaciazione della cerchia principale come ultima avvenuta e parimenti ritennero würmiani tutti i depositi delle convalli sebine, sino giù al lago. Invece CACCIAMALI e COZZAGLIO riconobbero tale cerchia come penultima; però vi è molta differenza tra i due autori locali nel distinguere quali morene si debbano all'ultima glaciazione.

Le morene delle convalli versanti sul lago, a partire dal cordone principale, erano comunque considerate sinora appartenenti all'ultima glaciazione ma in realtà erano tutte poco o nulla conosciute (¹). Rilevandole sistematicamente ci si accorge, pur senza alcun partito preso, che in ogni valle vi è differenza tra i depositi a monte e quelli a valle e che il limite tra le due parti si abbassa gradatamente, verso Sud, sino a raggiungere la parte interna dell'anfiteatro (²). Questi fenomeni, di natura morfologica e stratigrafica, si accordano poi con una serie di altri riguardanti l'anfiteatro e le sue vicende nell'ultimo interglaciale (R-W) sino a farne scaturire la certezza che una glaciazione nuova è succeduta a quella del Riss.

A partire dall'estremo N del territorio da me esplorato (fig. 22), si osserva che in val di Toline, più in basso del morenico sparso (residuo dell'erosione dei depositi rissiani) si trova sopra Sedergnò, a partire da 620, un nuovo sistema di terrazzi che si sviluppa in 7 ripiani sino a quota 275. Ritengo che questa

(¹) Infatti CACCIAMALI (1907) che visitò solo quelle del M. Alto e di Iseo distinse in esse una parte più bassa würmiana.

(²) Purtroppo però, data la ripidità eccessiva dei tratti più bassi delle convalli, molte delle quali sono addirittura sospese, le morene würmiane mancano assai spesso.

morena terrazzata che riempie la valle, che più in alto è già quasi completamente svuotata delle morene precedenti, rappresenti l'ultima glaciazione.

Sull'altra sponda del lago, sopra Lòvere, in condizioni analoghe ma non così vistose, si osserva alla quota 625 il terrazzo del paese di Flaccanico, segnato anche nella carta topografica e seguito più in basso da una mezza dozzina di altri; tra questi i più bassi sono freschissimi, con limo grigio.

Ai piedi dell'altopiano di Bòssico si dipartiva dal ghiacciaio sebino la lingua diffluente che penetrava nella Val Borlezza in contropendenza. Infatti in Val Borlezza, secondo DESIO (1945, pag. 6) esiste presso Songavazzo un minuscolo anfiteatro morenico terminale, freschissimo, sovrapposto ad un'alluvione interglaciale R-W; più sotto vi è morena rissiana la quale copre a sua volta conglomerato pre-rissiano: questo anfiteatrino terminale del Würm ha quota tra 600 e 550, ad una distanza di 8 km dalla sezione di diffluenza; i miei precedenti dati sullo sviluppo massimo del würmiano concordano coi summenzionati.

Sul fianco E del M. Clemo un'importante residuo interglaciale, che è probabile appartenga al periodo R-W, è la falda di detrito cementata da cui si cava il cosidetto «ceppo di Greno» [1].

Il passaggio tra R e W si presenta particolarmente chiaro poco più a S, nell'area di Solto Collina, tra il M. Clemo ed il M. Boario. Qui il lungo freschissimo terrazzo würmiano si estende continuo da sotto S. Defendente a Furmignano (ca. 525) e poi trapassa senza interruzione al cordone di Bugattino, culminante a 531, in cui vi sono grandi erratici composti di una breccia dolomitica assai cementata, con ciottoli morenici, ch'è interglaciale. Questo cordone interrompe e devia una idrografia che aveva già profondamente intaccato il morenico più alto, il quale inoltre è ingiallito. L'andamento di questo cordone e di quello di Peser

[1] E' questo una breccia assai compatta e cementata, composta di pezzi angolosi di dolomia norica locale, in cui già SALMOJRAGHI (1897 e 1901) trovò rari ciottoli allogeni; egli la attribuì al penultimo interglaciale. A me sembra invece più probabile che si tratti dell'ultimo; infatti esso ci riporta ad una conca sebina assai simile all'attuale mentre è difficile ammettere che, nella più stretta sezione del lago e senza il riparo di una insenatura, un deposito interglaciale M-R abbia potuto conservarsi a bassa quota nonostante l'azione erosiva di due glaciazioni e di un'interglaciale.

(491) che gli corrisponde sul fianco S della sella di Solto, mostra chiaramente che anche al massimo Würm entrava in Val Cavallina una lingua di ghiaccio che si univa alla maggiore proveniente da Piànico. La sua altitudine in corrispondenza di Piangaiano si aggirava intorno a 500 e quindi è assai probabile ch'essa terminasse colla morena del Castello (352) che chiude a S il lago di Èndine [1].

La fine della transfluenza in Val Cavallina alla quota 437, è segnata da un altro bellissimo cordone-terrazzo, arcuato ad anfiteatro, cui ne seguono varii altri più bassi dove la ripidità del pendio ne permise la deposizione e l'erosione dei rivi ne rispettò qualche parte.

Nella val di Fonteno, come più a S in val di Parzànica, il fianco roccioso quasi sempre a picco ha impedito il deposito e la conservazione del morenico basso e recente. Però la morena, ove c'è, è freschissima solo da 525 in giù nella prima valle mentre nella seconda vi è morenico arrossato ancora a 500.

Sul lato orientale del Sebino qualche lembo morenico terrazzato basso ha potuto formarsi intorno a Vello, ai piedi della scoscesa Corna Trentapassi, da 329 in giù. Anche più a S, nelle due valli che sboccano congiuntamente a Marone, le condizioni sono analoghe: esse non sono del tutto spoglie di morene basse e freschissime, anzi nella bassa valle Opol queste non scarseggiano ma la loro deposizione fu condizionata dalle forme accidentate e terrazzate dei pendii rocciosi e non si presta a discriminare il più alto livello del W dai precedenti residui del R.

Nella parte centrale del lago la valle di Tavérnola, sul lato occidentale, è sospesa e perciò solo i più alti livelli giaciali del W si sono resi manifesti con terrazzi; in tutto ve ne sono 4 ascrivibili al W; il limite superiore è dato da un terrazzo ben marcato sui 350 che, specie sul pendio Sud della valle, si estende assai in lunghezza senza ragioni morfologiche apparenti (laddove

---

[1] Ciò si accorda coll'opinione di DESIO (1945) e VENZO (1945). Nel successivo lavoro (1949) VENZO assegnerebbe questa cerchia al Würm III°; Piangaiano si trova a metà distanza tra Lòvere e la fronte morenica che chiude a S il lago di Endine; egualmente la sua massima quota würmiana (500) è quasi ad egual dislivello tra la quota di Flaccanico (631) e quella del Castello di Endine (352); parrebbe più probabile perciò che quest'ultima morena appartenga al *maximum* del Würm.

le morene più in alto sono scomparse) e presenta aspetto di un nuovo riempimento dopo una fase di erosione.

La serie dei terrazzi würmiani del Monte Isola ripete esattamente quella di Tavernola (tab. I a pag. 275); 3 su 5 di essi sono orlati di cordone, a riprova della loro origine morenica; però sull'isola nulla permette di distinguere questi cordoni da quelli rissiani, più alti, essendo mancata la interposta fase di erosione.

Il limite tra R e W si segue invece bene e per lungo tratto, sulla sponda orientale del lago: il più alto deposito del W si materializza in un terrazzo che può essere seguito per 5 km e discende gradualmente da 380, poco a N di Sale, sino a 350 poco a S di Sulzano; esso è il 15° a partire dall'alto, tra i 23 ÷ 25 che ho potuto contare in questo territorio. Il terrazzo differisce per molti riguardi da quelli più alti: morfologia e alterazione, concorrenti o singolarmente, hanno sempre richiamato la mia attenzione dovunque ho attraversato questo limite e mi hanno fatto sostare davanti a questo cambiamento d'ambiente. In più luoghi si avverte che la morena dal 15° terrazzo in giù è freschissima mentre la sovrastante è talora ferrettizzata in superficie. Inoltre il 14° terrazzo e gli altri più alti sono frastagliati dalla erosione mentre il 15° è unito; talora lo si vede girare intorno alla base dei contrafforti residui del profondo smembramento del 14° cordone (come presso Dosso ed a S. Fermo di Sulzano) mostrando così di essere posteriori alla erosione di quello. Ciò del resto è bene evidente dall'esame dei valloni torrentizi che discendono paralleli, in numero di una dozzina, solcando profondamente quella scalinata di terrazzi sino a praticarvi ampie intaccature e talora a lasciare tra l'uno e l'altro solo delle fette di terrazzi: la maggior parte di essi cambiano forma al di sotto del 14° terrazzo per assumere aspetto di gole ristrette, di nuova erosione.

Molti altri terrazzi paralleli sono disposti in più ordini al di sotto di quello del massimo würmiano, talora brevi talora assai lunghi od anche cordonati. Quando si cerca di seguire i più bassi ci si trova ostacolati dalla serie di coni torrentizi assai ravvicinati, tuttavia si riesce egualmente a riconoscere, a S del torrente Portazzolo, un nono terrazzo del Würm, discendente da 230 a 225.

Ad altitudini più basse del precedente esistono altri terrazzi ma si tratta di lembi staccati, che potrebbero essere congiunti

tra loro anche in modo diverso da come io l'ho fatto, specie se si considera il livello assai maggiore che il lago ebbe dopo l'ultima glaciazione: la massima quota fu sui 214 e si mantenne parecchio tempo; poi, con soste prolungate, scese ai livelli 211, 208, 205, 201 e 197 (pag. 294). È colla riserva precedente che si può scrivere di altri due terrazzi morenici del Würm sino al livello del lago (23°-25°), individuabili da alcuni lembi visibili.

I livelli morenici bassi estendentisi ad arco sino nei pressi di Pilzone mostrano che nella stretta tra questo paese e l'isolato Montécolo proteso sul lago, dovette terminare una piccola lingua di ghiaccio, con pendenza accentuata, all'epoca della deposizione del 21° terrazzo (7° del W).

Per terminare lo studio dei terreni morenici nelle conche di Sale e di Sulzano, ove essi raggiungono uno spessore assai forte, è necessario accennare anche a certi caratteri che tali depositi manifestano nelle loro parti profonde. Quanto si è descritto sin qui riguarda infatti sopratutto la parte superiore. Ma, specialmente alle basse altitudini, ove si sono succedute fasi di deposito e di erosione per effetto delle varie glaciazioni e stadi, è possibile che la parte profonda dei depositi non sia coetanea di quella superficiale, senza che debba essere evidente la superficie di contatto.

Dubbi di questo genere si possono elevare specialmente nei riguardi delle puddinghe fluvioglaciali, a banchi orizzontali, che si trovano sotto i terrazzi e cordoni del morenico Würm nella conca di Sulzano; altrettanto vale per il morenico ad esse soggiacente. Tali puddinghe si trovano nel burrone del torr. Masàgolo, in quello del torr. Spino e nella valletta che scende a Sulzano da SSE. Esse costituiscono delle grosse lenti indipendenti tra loro, intercalate fra il morenico nel modo rappresentato nella fig. 10 (profilo del torr. Spino) od anche alternantesi con esso (nel torr. Masàgolo, non segnate nel profilo) [1].

---

[1] NANGERONI (1950) ritiene che il binomio costituito dal conglomerato alluvionale e dal sottoposto morenico limoso e parzialmente stratificato (Val di Spino, Val Masàgolo) sia una cosa cronologicamente molto diversa dal rimanente morenico che gli sta sopra. Più precisamente ritiene che quei lembi di fluvio-glaciale cementato siano residui erosi di una sola formazione ossia delle alluvioni dell'interglaciale Günz-Mindel, collegabile con i conglomerati antichi di Cremignane, e che il sottoposto morenico sia Günz, tanto più ch'egli vi riconosce una

L'origine più convincente da attribuirsi a quelle puddinghe è che si tratti di alluvioni dei torrenti locali, accumulatesi di volta in volta contro il fianco del ghiacciaio o contro le sue morene laterali. Ciò è chiaro specialmente nel caso del terrazzo di quota 225 (21°).

La frequenza della cementazione nei depositi permeabili della fascia più bassa di territorio dei dintorni di Sale e di Sulzano è in relazione colla presenza di un gradone roccioso tenacissimo di dolomia infraliassica che sta sotto le morene ed è messo bene in vista da tutti i corsi d'acqua: esso rappresenta la soglia che fa affiorare le falde acquifere subalvee cariche di bicarbonati in soluzione e provoca così la cementazione dei livelli morenici dove sono permeabili.

Il fatto è particolarmente evidente nella conca di Sale. Qui ai due lati del torrente che scende da Dosso la morena tipica è cementata in corrispondenza di una grossa protuberanza di travertino fuoruscente dalla morena stessa a quota 300 circa. Analogamente è cementata la morena nel torrente di Vigolo a quota

---

facies analoga a quella delle morene G. della Lombardia occidentale. Egli esclude infatti che il morenico più profondo sia Mindel perchè non è ferrettizzato, che sia Riss perchè si trova a quota inferiore al massimo livello raggiunto da quella glaciazione, che sia Würm o stadiale perchè sottostante alle suddette formazioni cementate e perchè di *facies* molto diversa.

A me sembra che non si possano riunire tra loro i lembi cementati sia perchè sono distinti e sovrapposti, sia perchè lo spessore totale che ne risulterebbe sarebbe troppo grande (150 m). Lenti cementate ed anche di aspetto fluvioglaciale si trovano pure in morene di età recente, come più in basso nella stessa valle Spino (terrazzo W a 225), nella cerchia di Timoline dell'anfiteatro Würm (pag. 289) sia all'attacco E al monte sia nella parte centrale, e nel Riss di val d'Iseo (pag. 279).

Quanto al morenico più profondo, ch'è stratificato, ricco di limo e non alterato, la somiglianza di *facies* col Günz della Lombardia occidentale non può aver peso, trattandosi di anfiteatri diversi; caso mai esso sarebbe da confrontare colla *facies* della metà orientale della cerchia würmiane di Clusane (pag. 290). Ritengo più probabile che anche questo morenico sia Würm, ma non posso escludere che sia Riss poichè nulla prova che le morene più interne e profonde R, se qui vennero depositate, fossero state completamente eliminate da questi luoghi durante l'interglaciale, prima della deposizione del W.

Da una conversazione avuta con il Prof. Nangeroni appare come egli dia molta importanza geologica, più che alle singole formazioni, al complesso di entrambe, al binomio integralmente esaminato.

275. Entrambi questi luoghi sono in rapporto coll'affiorare della dolomia che qui è più bassa che nella conca di Sulzano. Ciò serve anche a dimostrare che non è a questo bancone che si deve il restringimento della parte bassa dei valloni che mi è servito per riconoscere il limite tra R e W: infatti nella conca di Sale la morena cementata è molto più bassa di quel limite.

Nella parte meridionale del Sebino il limite R-W è manifesto in val d'Iseo. Nella gradinata di terrazzi che s'affacciano al paese, quello assai marcato che sta alla quota 325, sotto Busine, strozza la gola del torrente Cùrtelo, che invece più a monte si apre verso il cielo per avere ampiamente intaccato le morene della glaciazione precedente; quanto a freschezza però, esso non differisce dal sovrastante cordone di Busine, non presenta cioè alcuna alterazione ed è forse perciò che Cacciamali (1907) assegnò al W anche il cordone di Busine. I tratti di terrazzi posti più in basso di quello limite del W sono fortemente disturbati dai coni di dejezione dei numerosi rivi che si congiungono nella piana d'Iseo.

Più a S sino al Monte Madonnina, cioè all'anfiteatro, vi sono solo lembetti morenici isolati e rari, a motivo del pendio troppo ripido. Per la stessa ragione non vi sono più morene basse neppure lungo la sponda occidentale del Sebino nè a Predore nè più ad O sino a Sàrnico.

Ma al Monte Alto, nel centro dell'anfiteatro, si trova un'altra testimonianza della distinzione tra Riss e Würm. Qui il rio di Clusane ha scavato un burrone ampio e profondo nei depositi morenici del R sino a toccare la roccia in un punto al vertice del cono di dejezione. Come al solito il burrone si stringe fortemente in basso serrandosi in corrispondenza di un terrazzo particolarmente lungo che scende regolarmente da 295 ÷ 300 sino a 280: nella parte più profonda di questo, intercalato nella morena vi è un grosso spessore di limo cinereo a piccoli ciottoli trapassante lateralmente, in un altro burrone, ad argille stratificate contenenti livelletti azzurrognoli e nerastri. Più a monte si riconosce che la morena fresca terrazzata, assai limosa, si sovrappone ad un'altra morena ricca di ciottoli, arrossata per quasi un metro della sua antica superficie benchè pure essa fresca al di sotto. Si conclude che l'ultima invasione glaciale sbarrò il burrone interglaciale del rio di Clusane formandovi un laghetto singlaciale, che fu poi colmato e sepolto dalle morene. Cacciamali (1907)

fondandosi solo sullo stato di freschezza della morena, aveva posto qui il limite R-W intorno all'altitudine 325 ciò che suona come un sostanziale accordo.

Anche sul fianco N del M. Alto vi sono resti di altri terrazzi più bassi di quello nominato, ma le condizioni di essi non sono propizie al riallacciamento dei vari lembi.

Si prendono ora in esame le morene würmiane dell'anfiteatro. Nel territorio di Paràtico-Sàrnico, all'interno delle colline che rappresentano i resti della cerchia principale rissiana, si estende una cerchia più recente. Essa è stata intaccata e parzialmente distrutta dall'erosione dei fiumi Guerna ed Oglio post-glaciali, come si vedrà alla pag. 288, che insieme hanno scavato e spianato ad una quota media intorno ai 200 il territorio tra Sàrnico ed il torr. Guerna, formando un gradino di circa 35 m rispetto alla cresta delle morene che circondano questa piana (fig. 8). Invece è rimasto ben conservato il tratto di cerchia meno disturbato dall'azione fluviale, ossia dalla parte di Paràtico. La collina di Paràtico (230) ha in realtà un'ossatura di roccie cretaciche che fanno capolino in vari punti, ma ad essa si sono addossati archi morenici assai caratteristici, che si contano in numero di tre: i due più alti formano la duplice cresta della collina alla quota 230 ca., il più basso ne circonda il fianco ad altitudine di poco inferiore a 215 (fig. 9).

I due cordoni più alti sono composti di morena freschissima senza ferretto; quello più basso, all'estremo SO, è composto di moltissimo limo e pochi ciottoli quasi tutti piccoli ed arrotondati o con una o più facce spianate; tutti i calcari sono striati. Oltre villa Marcella si osservano gli stessi caratteri ma vi sono anche massi di media misura tutti spianati o striati, alcune vene sabbiose sono vivamente contorte (crioturbazione); in tutto il cordone basso non vi è alcun segno d'alterazione e la morena parrebbe appena deposta se non vi fosse qua e là scarso *humus* discontinuo.

Ad O della strada Paràtico-Stazione il cordone basso e quello intermedio vengono a cessare ma quello più esterno continua senz'alcuna interruzione e forma una larga cresta su cui sta la chiesa di Paràtico (232) e poi la Q. 221 cui segue quasi immediatamente la Q. 235 isolata dall'erosione fluviale; qui una grande cava seziona la collina per una ventina di metri d'altezza: in cima il deposito è caotico, sotto vi è una regolare alternanza di banchi di sabbia (con intercalati letti di argilla) e strati di ciot-

toli, prevalentemente di roccie calcaree, i quali sono striati; il tutto è freschissimo eccetto una cotica esterna di ferretto, spessa quasi un metro sui fianchi e riducentesi a nulla verso la cima. Questa morena dista pochissimo dalla cerchia principale (Piantaro) ed il contrasto tra il grado d'alterazione delle due colpisce subito l'osservatore [1].

A questo punto la profonda gola del fiume Oglio interrompe la cerchia tagliandola obliquamente. Ma sulla riva destra, a 600 m, la cerchia riprende a Serànica di Sotto (230) con una lieve altura allungata diretta verso N la quale rialza l'orlo della piana di Villongo; questo tenue cordone morenico, tagliato dalla strada Sàrnico-Credaro, continua a N di questa (Castelmerlo) rialzandosi sempre più sino all'altitudine di 247, presso il cimitero di Villongo, ove termina.

La natura di questo cordone si riconosce facilmente per morenica: la parte alta della salita di Castelmerlo mostra la caratteristica struttura caotica con grossi massi (specialmente della vicina arenaria di Sàrnico) e con calcari striati annegati in una massa sabbiosa fresca, non cementata; intorno alla base del suo versante esterno vi è un poco di ferretto bruno-giallastro, analogamente a ciò che vi era nella morena di Q. 235, a sinistra dell'Oglio. Anche Penck aveva riconosciuto che qui doveva esserci stata una fronte morenica, demolita in gran parte dal torr. Guerna. Tutta la morena di Castelmerlo presenta questi caratteri mentre l'alta piana antistante è decisamente ferrettizzata. La grande incisione operata dal Guerna mostra su tutta la fronte, dalla cappella 247 sino a Serànica di Sotto, che la morena fresca, formata in prevalenza di rocce vicine e di calcari neri striati, costituisce solo la parte alta del deposito e ricopre a sua volta un ceppo fluviale poligenico, a piccoli elementi, ben stratificato, di cui si dirà a pag. 309 [2].

Mentre questo primo cordone è completo, quelli interni, conservati solo tra Paratico e villa Marcella, sono stati probabilmente

---

(1) Levy, che vide questo luogo, riconobbe anch'egli la presenza di «Jungmoräne» ed «Altmoräne» (cioè W e R).

(2) La morena di Castelmerlo era già conosciuta dal Cacciamali (1922) che l'aveva creduta rissiana perchè essendo deposta su una pianura ferrettizzata rissiana si raccorda formalmente con essa. Anche Venzo (1949) la ritenne rissiana per lo stesso motivo e precisamente «Riss II perchè scarsamente alterarata».

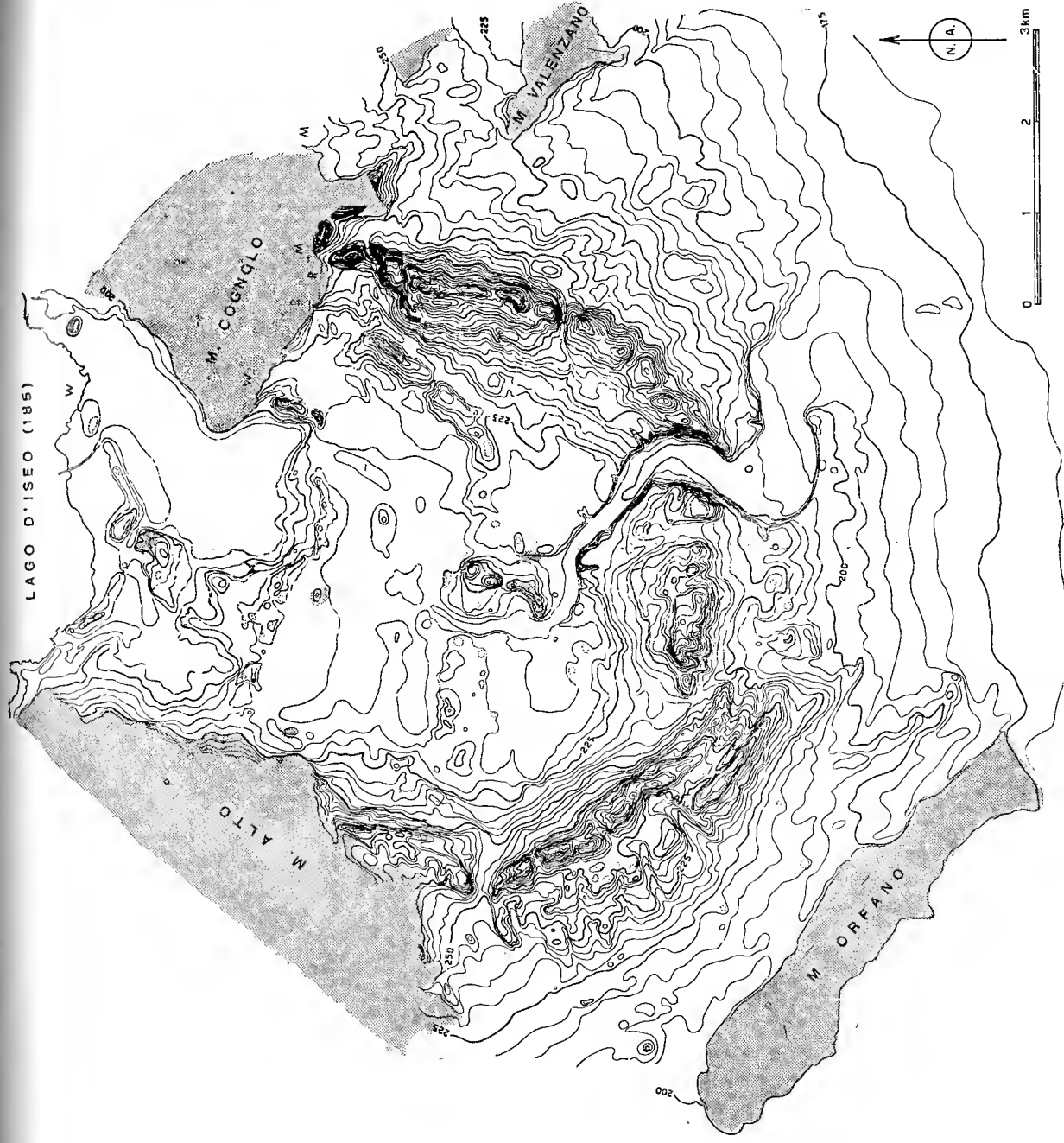



Fig. 11 — Planimetria dell'anfiteatro morenico della Franciacorta. In grigio sono segnati i rilievi calcarei mesozoici e cenozoici che lo racchiudono, e così pure quelli minori che, affiorando nel suo interno, insieme col conglomerato di Cremignane, ne hanno causato la bilobatura. Isoipse ogni 5 m.

demoliti e spianati dall'opera congiunta dell'Oglio e del Guerna. Effettivamente, i depositi della piana tra Lazzarini, Castione e Fosio sono costituiti da morena spianata (che a Fosio appare identica per composizione di quella di Castelmerlo) sin quasi a livello del ceppo che affiora qua e là [1].

Nell'anfiteatro di Paràtico il contrasto di alterazione e morfologia tra le morene rissiane e quelle würmiane è assai chiaro cosicchè tutti furono concordi nel dichiarare appartenenti all'ultima glaciazione le morene su cui posa Paràtico (eccetto COZZAGLIO che nel foglio «Brescia» le segna inspiegabilmente come alterate) mentre le altre furono considerate più antiche, seppure in modo diverso tra i vari autori.

Nell'anfiteatro della Franciacorta, all'interno della lieve cerchia rissiana di Grumi vi è un tratto anulare pianeggiante e poi appaiono le cerchie würmiane. Sono esse: la cerchia di Zenighe-Timoline-Provaglio e quella di Clusane-Cremignane-Iseo.

La cerchia di Timoline (*A* nei profili 1° e 7° di fig. 12) ha un andamento planimetrico formante in complesso due lobi: esso è effetto palese dell'ostacolo opposto da alcuni rilievi di durissimo conglomerato, specialmente quello di Cremignane (pag. 319) cui vanno a riattaccarsi gli estremi centrali dei due archi. La cerchia è formata essenzialmente di due cordoni, i quali però nel lobo orientale si riducono ad uno solo. Ad oriente esso si riattacca alla falda di detrito sotto la rupe del M. Madonnina [2].

Nel lobo occidentale della cerchia di Timoline abbondano massi e pezzi del conglomerato di Cremignane. Del resto questa parte in genere è ricca di materia clastica grossolana ed ha il

---

(1) I depositi morenici würmiani sinora descritti, benchè riconosciuti come tali da CACCIAMALI (1907) per la parte a sinistra dell'Oglio, sono segnati come alluvioni nel foglio «Treviglio» (SACCO, 1931).

(2) La separazione attuale è stata sistemata artificialmente per dar passaggio ad una strada nazionale ed a due ferrovie. Infatti contro il monte si ritrova l'attacco del cordone morenico, semisepolto dalla falde di detrito, costituito di morena freschissima di tipo eguale a quello della cerchia di Timoline. La parte più profonda è formata di sabbione e ghiaietto poligenico cementato avente aspetto torrentizio ma dotato di ciottoli calcarei striati; forse è per questo che COZZAGLIO (1939) aveva indicato questo luogo col simbolo «X» del foglio «Brescia» (di cui ho discusso a pag. 250). Ricordo inoltre che sullo stesso foglio tutta la cerchia morenica di Timoline è dipinta erroneamente del colore del Lias.

fino sabbioso mentre nel lobo orientale abbonda il limo e scarseggiano i ciottoli. Un carattere precipuo di questa cerchia è anche la relativa scarsità delle roccie alpine ed in particolare delle tonaliti; queste però sono in parte inalterate mentre nelle cerchie più antiche erano quasi sempre arenizzate. La morena è quasi sempre freschissima sino alla superficie, ma ancora in qualche tratto appaiono spalmature superficiali di terriccio rosso.

L'ultima cerchia dell'anfiteatro della Franciacorta è quella che orla il lago (*B* nella fig. 12) formando un arco tra Clusane e lo spuntone calcareo d'Iseo (Q. 204). Essa si eleva di una ventina di metri sul basso ripiano interno della cerchia di Timoline, dolcemente inclinato verso il lago. Nel suo tratto occidentale sino a Cremignane la cerchia è formata di due cordoni distaccati tra loro; il più esterno (che si vede male nella fig. 12, prof. 7°) termina ad E nella morena d'ostacolo del colle di Cremignane.

Qui il conglomerato, cementatissimo (v. pag. 319), sottoposto alla esarazione glaciale, si è comportato come una roccia coerente; la sua superficie superiore è stata incisa da solchi larghi come un pugno e profondi 5 ÷ 8 cm che hanno direzione S-30°-O. Infatti tale direzione è quella lungo la quale nelle cerchie moreniche si trovano i frammenti di detto conglomerato ed è inoltre la direzione dell'« ombra di pressione » quale risulta dalla disposizione planimetrica degli archi morenici della cerchia di Timoline.

Sopra il conglomerato di Cremignane vi è la morena freschissima, piena di calcari striati, del cordone esterno della cerchia di Clusane.

La cerchia di Clusane è tutta freschissima. Nel suo tratto orientale è composta quasi esclusivamente di limo sabbioso grigio lievemente giallastro con molti ciottoletti non più grandi di un pugno, spesso striati e appiattiti; le roccie alpine vi sono rare rispetto ai calcari. Nel tratto occidentale è morena a limo grigio composta sopratutto di calcari striati.

Nell'anfiteatro della Franciacorta la distinzione tra cerchie würmiane e rissiane non è facile: il passaggio di alterazione tra la cerchia principale e quelle più interne è graduale ed irregolare, i depositi lacustri interglaciali R-W e post-glaciali (di cui si dirà a pag. 294) che occupano gran parte dell'area pianeggiante interna alla cerchia principale (fig. 13), tendono a mascherare il quadro generale. I soli autori che fecero questa distinzione furono

sinora i due bresciani CACCIAMALI e COZZAGLIO ma vi è molta diversità tra i loro risultati ed entrambi differiscono dai miei [1].

Se ci si fonda solo sul criterio dell'alterazione si può affermare con tutta sicurezza che le due cerchie più interne dell'anfiteatro di Franciacorta (cioè quelle di Clusane e di Timoline) sono würmiane, come le ho classificate, ma non si saprebbe decidere se le altre cerchie interne comprese tra le suddette e la cerchia principale appartengono al R od al W. Però viene in aiuto il criterio morfologico ch'è quanto mai espressivo anche in questo anfiteatro.

Si è visto a pag. 286 che sul fianco E del M. Alto, a SO di Clusane, vi è la morena di sponda del *maximum* würmiano (provato da fenomeni interglaciali) che discende da 300 a 280: orbene non è difficile accorgersi ch'essa si raccorda presso Zenighe appunto colla cerchia di Timoline mentre è impossibile collegarla con quella di Clusane o con quella (rissiana) di Nigoline; tutt'al più può sussistere qualche dubbio che vi si possa connettere quella di Grumi: ma questa è troppo esile e secondaria per ricollegarla con un terrazzo importante.

Un altro argomento per dichiarare rissiana la cerchia di Nigoline deriva da ciò ch'essa è tagliata, sia ad E sia ad O della centrale collina rocciosa di Borgonato, da due vallette erosive del vecchio fiume estinto Longherone, aperto già in tempi pre-würmiani (pag. 341).

---

[1] La rappresentazione fatta da COZZAGLIO sul foglio «Brescia» non riconosce che due tipi di morene: ferrettizzate e non ferrettizzate. Le prime comprendono anche la cerchia principale e molte altre morene ad essa esterne; le seconde si ridurrebbero soltanto a: quelle intorno a Provaglio, quelle subito ad O della frazione Gresine e quelle dalla sede comunale verso SO sino alla vecchia ferrovia. Tutte le altre, comprese le più tipiche cerchie interne, non sono segnate come morene ma come «deiezioni fluvio-glaciali» quando non sono colorite addirittura come affioramenti liassici! Questa rappresentazione è in palese contrasto colla realtà.

CACCIAMALI (1907) fondandosi su concetti più semplici dei miei ha ecceduto alquanto in senso opposto, segnando come morene würmiane tutte quelle interne alla cerchia principale e si è preoccupato di allineare tutti i rilievi in una serie di archi morenici, in numero di 8. Ha pure riconosciuto le morene freschissime di Parâtico ed ha segnato come würmiane le morene più basse di Monte Alto e della val del Cùrtelo (Iseo). A N di questa latitudine nessuno sinora ha segnalato morene di una glaciazione più recente di quella della cerchia principale.

Fig. 12 — Sezioni radiali nell'anfiteatro morenico della Franciacorta, distanziate di un km circa, lungo la cerchia principale. In grigio il Cenozoico del Monte Orfano. Sono segnate le corrispondenze riconoscibili tra i vari cordoni; in numeri romani i cordoni mindeliani (minuscoli per la metà orientale e maiuscoli, non corrispondenti, per quella occidentale); in lettere minuscole (rispettivamente greche e latine) i cordoni rissiani; in lettere latine majuscole quelli würmiani.

Ma l'indice morfologico più evidente di quale fosse la cerchia würmiana più esterna si ottiene ricercando qual'era l'alveo terminale della lingua glaciale; all'interno della cerchia principale nella Franciacorta la pianura presenta due livelli distinti. Sino alla cerchia di Timoline si estende un ripiano che ha altitudine tra i 220 ed i 215, ondulato dalle cerchie minori; subito all'interno della cerchia di Timoline si scende invece ad un livello più basso, 195, lievemente inclinato verso il lago (185). Il fatto è messo in chiara evidenza dai due profili trasversali tracciati nell'anfiteatro agli estremi E ed O (fig. 12, 1° e 7°); da essi appare indubbio che l'alveo terminale del ghiacciaio Würm arrivava alla cerchia di Timoline e che le esili cerchie comprese tra essa e la principale appartengono tutte a stadi di ritiro deposti entro la maggior conca dalla lingua rissiana, conca più alta di quella würmiana.

Lo stesso fenomeno è evidente anche nell'anfiteatro di Paràtico ove il livello interno della conca rissiana era sui 225 mentre all'interno della cerchia W di Paràtico-Castelmerlo si scende rapidamente a livello del lago (fig. 9).

Anche in planimetria (fig. 11) la rete idrografica conferma la discriminazione ora ottenuta: la superficie interna alla cerchia di Timoline ha idrografia centripeta, tributaria del Sebino; la superficie compresa tra la cerchia suddetta e quella principale ha invece idrografia centrifuga, tributaria del Longherone e del fosso Miola; però l'acqua si disperde quasi tutta nel sottosuolo.

Per quanto tentare di stabilire una correlazione tra i cordoni interni dell'anfiteatro della Franciacorta e quelli di Paràtico appaia cosa arrischiata, pure si può tracciare con una buona probabilità la seguente corrispondenza: la cerchia di Timoline, composta di due cordoni addossati, si prolunga in quella alta di Paràtico vetta-Castelmerlo, pur'essa duplice; la minor cerchia di Clusane si raccorda con quella bassa di Paràtico.

Non vi sono mezzi sicuri per riconoscere anche nelle convalli sebine le prosecuzioni dei singoli cordoni che rappresentano le fronti würmiane dell'anfiteatro. Nella conche di Sale e di Sulzano ho elencati almeno 9 tra terrazzi e cordoni appartenenti al W; nell'anfiteatro della Franciacorta se ne possono contare quattro sino al livello del lago e ve ne dovrebbero essere altri subacquei (v. pag. 351). Comunque è da tener presente che il 20° cordone della conca di Sale (che colà é molto appariscente ed è assai ben

distinto anche a Pilzone, al Monte Isola e nella valle di Tavérnola) è l'unico che formi netti terrazzi, freschissimi, in Val delle Pertiche. Il 21° terrazzo è anch'esso importante sul M. Isola e nelle conche di Sale e di Sulzano: qui appare 25 m più basso del precedente e dà segno di essergli posteriore di un lungo intervallo di tempo. Poi tra Pilzone ed il Montécolo dà luogo a morena frontale, ciò che potrebbe essere il principio di un cordone morenico subacqueo.

Depositi lacustri olocenici interni alla cerchia principale.

Nell'interno dell'anfiteatro principale e di quello di Paratico vi sono segni che attestano la presenza di antichi livelli lacustri; si tratta di litorali relitti e depositi lacustri (fig. 8 e 13). Entrambi sono più manifesti e meglio conservati attorno al ramo meridionale del lago ma si trovano anche al suo estremo settentrionale; essi sono certamente post-glaciali poichè, trovandosi alla superficie, una nuova avanzata dei ghiacci che avesse occupato il Sebino avrebbe distrutto i litorali relitti e disturbato o ricoperto i depositi lacustri, mentre ciò non è avvenuto.

Da Sàrnico sin verso la punta del Corno di Predore la base dell'alta parete rocciosa è raddolcita da una continua falda di detrito, interrotta soltanto da alcuni conoidi torrentizi. Nella metà occidentale di essa, da Clogna a Sàrnico, vi si distinguono assai netti dei terrazzi, più o meno continui ed a quota costante, che si allineano sia negli spazi tra i conoidi sia su questi.

Prima d'ora solo Penck aveva accennato ai terrazzi bassi intorno a Sàrnico, ritenendoli prodotti da stadi di ritiro del ghiacciaio würmiano, ma essi mostrano sedimenti esclusivamente argillosi od argillo-sabbiosi e sono del tutto privi di frammenti di rocce allogene, inoltre si mantengono rigorosamente a quota costante; quindi non sono glaciali ma lacustri.

Il terrazzo più basso (indicato con *d* nella fig. 8) ha quota 195-197 cioè è 10-12 m più alto del livello attuale del Sebino; esso è freschissimo e gira tutt'intorno all'insenatura dell'incile dell'Oglio e poi a quella a SE di Paràtico, che anche oggi è a fondo argilloso in parte palustre-torboso.

Altri terrazzi più alti si trovano in lembi meno continui ma costantemente a quote sui 205, 208 e 211÷13÷15. Hanno anche essi la stessa natura del precedente ma sono talora un po' sfioriti in superficie.

I terrazzi situati nell'area di Sàrnico e ad O del suo cimitero definiscono un antico letto del torrente Guerna e le sue successive migrazioni verso O. Tra il detto cimitero e Fosio i terrazzi hanno spianato un terreno composto di morena tipica.

Anche ad E del promontorio di M. Alto, cioè nell'area dell'anfiteatro di Franciacorta, si trovano i residui dei suddetti antichi livelli lacustri (fig. 13). Qui, per la minore inclinazione del terreno, le linee di costa si allontanavano assai tra loro.

Una parte notevole dell'area pianeggiante compresa entro l'anfiteatro è composta in superficie di argille o terreni argillosi o torbiere. La parte di tale territorio che si trova entro la cerchia di Timoline è inoltre contraddistinta da ciò che i terreni superficiali appaiono inalterati cioè privi di quel colore passante ad aranciato o rossastro che si trova invece più a S. Tracciando una isoipsa della quota 197 si osserva ch'essa circoscrive una superficie chiusa comprendente tutti e soli i terreni del tipo descritto: era l'area coperta dal vecchio lago. Da esso emergevano come basse isole allungate, alcune parti della cerchia di Clusane-Cremignane-Iseo; in diversi punti di queste si osservano ancora tratti di terrazzi litorali corrispondenti a tale quota 197 mentre le parti della cerchia che erano sommerse sono ora spesso ammantate da una terra argillosa o limosa.

Dei due lobi in cui si divide la cerchia würmiana quello orientale è anche oggi un'ampia palude, sfruttata come torbiera; quello occidentale o bacino di Zenighe è ora una sola grandissima cava d'argilla il cui contorno segue quasi esattamente l'antica costa lacustre. Al suo fianco O l'argilla è ricoperta da fine detrito di falda misto a terrarossa ed a sfasciume di ftaniti rosse proveniente dal vicino pendio di Monte Alto. L'argilla sottoposta, orizzontale, è profonda parecchi metri (il fondo non è noto) e mostra in alto alcune alternanze con sabbie e ciottoletti mentre in basso (— 3,5 m) presenta varve regolari indisturbate; questo indizio di sedimentazione in ambiente periglaciale dinoterebbe che il bacino ha raccolto depositi pelitici a partire dal ritiro dell'ultimo glaciale. In tutto il resto dell'ex-fondo di lago l'argilla è l'ultimo sedimento deposto e costituisce la superficie del suolo.

Poichè nei dintorni di Sàrnico e di Paràtico esistono tracce sicure di laghi postglaciali a livelli tra 211 e 214, tali laghi dovrebbero aver raggiunto eguali quote anche nell'anfiteatro della

Fig. 13 — Espansione degli antichi laghi post-glaciali (olocenici) entro la cerchia principale dell'anfiteatro morenico della Franciacorta e depositi lasciati da essi.

Franciacorta. Sta di fatto che con quote tra 206 e 208 il Sebino, pur superando a La Chiusa la cerchia di Timoline, invaderebbe solo una stretta striscia tra le stazioni ferroviarie di Borgonato e di Provaglio-Timoline, invece già alla isoipsa 210 sarebbe allagato quasi tutto il territorio tra la cerchia di Timoline e quella di Borgonato nonchè, al di fuori di quest'ultima, la bassura di Fornaci, tra Borgonato e Torbiato. Orbene tutte queste aree sono appunto depositi di argille lacustri non ricoperte da alcun altro sedimento nè disturbate dai ghiacci, che vengono cavate in molti luoghi.

Inoltre superata la quota 208 e quindi, come s'è visto, iniziando a fungere da emissario il letto del Longherone, si osserva che la sua parte iniziale, cioè, il tratto N-S che lambisce la base O della collina di Borgonato, è incanalata tra terrazzi che scendono da 214 a 210. D'altra parte, se il Sebino avesse raggiunto il livello 215, la sezione di sbocco diverrebbe troppo grande per poter essere stata utilizzata da portate ragionevoli dell'emissario.

Mi è sembrato che la quota massima 213-214 sia quella che si accorda meglio coi fatti osservati. Anche le argille di Torbiato pur essendo a 210 come le altre al di fuori della cerchia di Timoline, risalgono sui fianchi del bacino sino a 213-4. Infine i terrazzi che si osservano qua e là lungo l'antica linea di spiaggia non sembrano superare tale quota, ch'è la stessa del terrazzo più alto attorno al ramo lacustre di Sàrnico-Paràtico.

I terreni occupati dal lago 213-4 e non più bagnati dal lago 197 sono color tabacco biondo in superficie od anche francamente ferrettizzati in alcune plaghe, mentre le aree moreniche rimaste fuori dall'acqua manifestano un'alterazione più lieve o addirittura nulla nelle morene a N di Timoline. Così non è alterato il bacino delle argille di Fornace Biasca ove il lago ha perdurato ininterrottamente sino al livello 197 ed ancora meno, ma a metà della strada che congiunge direttamente la fornace Casotto colla strada provinciale, ossia in territorio non più invaso dal lago 197, si osserva in una cava di sabbia che il piano dei campi è formato di terreno argilloso tendente all'aranciato, un po' brunastro per humus, quasi senza ciottoli, il quale ricopre in discordanza terreno morenico ondulato, sabbioso-ciottoloso, con un grosso erratico appoggiato alla sua superficie ma sepolto dalla copertura argillosa: è il sedimento lacustre vecchio, deposto sulla morena (fig. 14).

La linea di riva disegnata in fig. 13 è controllabile in più tratti sia per la presenza di lembi di terrazzi litorali sia perchè vi si passa da terreni morenici a terreni alluvionali minuti, orizzontali, o più spesso ad argille. Alcuni pozzi praticati nel territorio permettono di riconoscere ove queste ultime si assottigliano ed ove sono potenti, com'è ad E di Grumi ove sono le cave maggiori. In superficie, la parte prevalentemente argillosa del bacino a S di Timoline ha aspetto non alterato solo nell'area ove si estendono le cave cioè ove fu asportato terreno; tutto intorno ad essa si trovano nei campi frammenti più grossolani frammisti al terriccio, che è ferrettizzato in modo crescente specie verso la plaga circostante i due cimiteri di Timoline e di Colombaro.

Condizioni analoghe si hanno nella bassura tra Fornaci e Torbiato. Qui nelle cave l'argilla è profonda almeno 3-4 m e non se ne conosce la base: è argilla grigia, un po' limosa e micacea, a straterelli orizzontali ma non regolari varve; nel primo metro fu trovato dai cavatori lo scheletro di un vertebrato simile ad un equide ma le ossa si disfecero e furono disperse. Non é dunque possibile che tali argille siano lacustri sottoglaciali.

Nel restante territorio circumsebino le tracce degli antichi livelli lacustri sono sporadiche ed irrilevanti, anche perchè le coste sono in gran parte rocciose o ripide, ed occupate o trasformate dall'uomo.

La piccola pianura di Pilzone, tra il monte e l'isolato roccioso Montécolo, mostra di essere stata sommersa: alla base del Montécolo si ritrova il terrazzo 197 e dirimpetto, ai piedi di Pilzone, vi sono pure terrazzi che potrebbero rifersi ai vecchi laghi (v. pag. 283). Altre tracce del genere stanno tra lì e Sulzano, ma la strada e la ferrovia, che corrono a quote intorno a quelle in esame, rendono dubbia ogni deduzione.

Non ho svolto apposite ricerche sui conoidi del Sebino ma alcune osservazioni mi sembrano pertinenti. Nel più meridionale dei conoidi di Sulzano si riconosce trattarsi di una costruzione multipla: il conoide recente, in corso di erosione, ha il suo apice al molino, intorno a quota 225 ed è incassato a sua volta entro la profonda incisione di un più vecchio e alto conoide che sfociava evidentemente in un lago sui 215; ciò si accorda perfettamente coi fenomeni sinora descritti. Del resto tutti i conoidi del Sebino sono in fase di erosione per abbassamento del livello di base; fa eccezione solo quello dell'Oglio, che scorre su una pianura.

Per il conoide del torrente Borlezza, all'estremo N del lago (Punta di Castro) sono note le accurate osservazioni di SALMOJRAGHI (1897). Egli vi riconobbe la presenza di due conoidi incastrati uno nell'altro: quello attuale ghiaioso addentrato nel lago si protende dai ruderi di un altro, più antico ed alto sull'acqua, formato di concrezioni calcaree con abbondantissime conchiglie lacustri (*Limnaea lagotis* Schrank, *Cyclas* sp.), sui quali sta l'abitato di Castro. Il più antico è di origine indub-

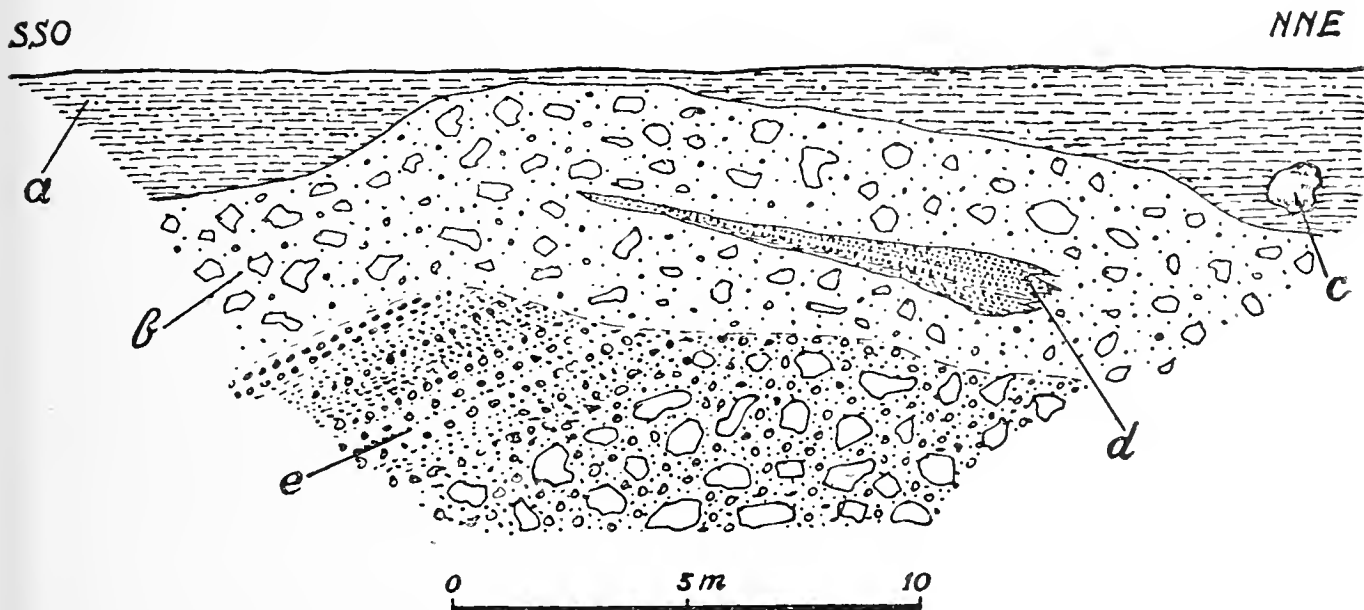



Fig. 14 — Deposito lacustre olocenico ferrettizzato su morena a NO di Timoline, tra Fornace Casotto e Q. 218. *a* = terriccio giallastro-aranciato-rosso-brunastro, quasi affatto privo di frammenti, discordante sul seguente; *b* = morena composta in gran parte di limo finissimo grigio-giallastro e ciottoli striati, con grande maggioranza di calcari e tonaliti sfatte. Un masso erratice isolato (*c*) annegato nel deposito *a* giace quasi appoggiato sulla morena; *d* = lente di fine sabbia grigia stratificata; *e* = morena grigia ricca di ciottoli del tipo di *b* e con molto sabbione; verso sinistra trapassa a quasi soltanto sabbione stratificato.

biamente subacquea entro un lago ch'egli stabilì (1898) avesse una quota sui 13 m superiore al lago attuale, ossia 198.

Con questi risultati di SALMOJRAGHI si accordano perfettamente i miei. Però egli li aveva interpretati diversamente, ritenendo, non per sicure prove ma per coordinarli con quanto era noto allora dai depositi lacustri di Piànico-Séllere, che si trattasse di un conoide formato nella fase lacustre interglaciale precedente l'ultima glaciazione. Ma in appoggio dell'origine post-

glaciale si può far valere, oltre la coincidenza coi miei risultati, la circostanza che essendo tutti i conoidi olocenici in fase di erosione e quasi sempre multipli, quello ghiaioso del Borlezza sarebbe invece attivo e semplice nell'ipotesi di SALMOJRAGHI ma rientrerebbe nella norma colla mia interpretazione [1].

Anche PENCK, dopo aver visitato il conoide di Castro, concluse che sia la vecchia sia la nuova costruzione gli sembravano post-glaciali; comunque occorre che ciò sia confrontato collo studio geologico del bacino ex-lacustre di Piànico-Sèllere, ch'è ancora da rivedere.

SALMOJRAGHI (1898) accennò anche, vagamente, alla presenza d'antichi scanni d'erosione ch'egli aveva riconosciuti «nei terreni erodibili come nel Retico a S di Zu ed altrove» ed alle migrazioni dell'emissario sebino nelle vicinanze di Paràtico; da ciò, insieme col vecchio conoide di Castro, fu condotto a confermare la presenza di un lago più elevato «dal secondo interglaciale al posglaciale».

L'interpretazione delle vicende dei laghi sebini olocenici sarà svolta a pag. 347.

Le pianure ed i terrazzi dei fiumi Oglio e Longherone.

Le pianure esterne all'anfiteatro (fig. 21), costituiscono una fascia che inizia all'esterno delle cerchie mindeliane basse e smembrate laddove si passa, con limiti non sempre netti, dai depositi morenici a quelli fluvioglaciali. Queste pianure per la parte presa in istudio, cioè a N della ferrovia Brescia-Bergamo, sono il risultato dell'opera di due fiumi: il Longherone, ormai disseccato, per la metà orientale; l'Oglio per quella occidentale.

Nella prima metà si distingue facilmente un striscia di pianura posta ai piedi delle colline rocciose tra Brescia ed il Monte Valenzano-Delma la quale appare coperta dalle alluvioni dei torrenti Canale e Gandòvere: dal colle cenozoico della Badia sino a Padergnone è una pianura argillosa ferrettizzata, formata specialmente coi detriti del Cretacico superiore, la quale è in lievissima pendenza, senza terrazzi, sino dai piedi dei colli. Lungo il corso del torrente Gandòvere, in comune di Rodengo, vi sono

[1] Il Borlezza è stato deviato per sfruttarne l'energia idrica ma il cono era dichiarato attivo da SALMOJRAGHI (1897).

alluvioni ghiaiose con rocce esclusivamente mesozoiche del suo alto bacino.

Attraverso una linea ben riconoscibile ma non segnata da terrazzi, passante per Ponte Cingoli, Rodengo e Molinasso, si entra nel territorio delle alluvioni fluvioglaciali a ciottoli alpini, anch' esse ferrettizzate, deposte da un corso d'acqua predecessore dell'attuale Livorna; nel letto affossato di questo rio ne appare chiaramente la natura. Nel territorio di Sajano la pianura ferrettizzata, in dolcissima costante salita verso il monte, ripassa gradualmente a terreno morenico, sempre più inquinato dalla terrarossa dei colli calcarei. Ma anche appena ad O del Livorna nella pianura ciottolosa ferrettizzata si trovano ciottoloni e massi, sinchè alla stazione di Paderno vi è addirittura un'altura morenica.

La descritta pianura di dilavamento del morenico mindeliano comprende quasi tutto il comune di Paderno e quello di Castegnato; ad O essa cessa lungo un marcato gradino: ci si affaccia qui sull'orlo del letto abbandonato del Longherone. È un letto ghiaioso, a ciottoli e ciottoloni arrotondati e spesso classificati, privi di materia fina e di massi. Il letto vuoto del Longherone è assai profondo dove esso taglia la cerchia principale rissiana e si presenta coperto di terreno rossiccio, ma si tratta di un velo non superiore a 0,5 m sotto il quale sta l'alluvione fluviale ghiaiosa. Uscito dalla cerchia, poichè il letto è meno inclinato dei terrazzi che ne formano le sponde, queste si abbassano a poco a poco; ma mentre il gradino orientale è unico e ben definito per 4,5 km, quello di O è tale solo sino alla Costa, ov'è l'inizio del cono di dejezione, suddividendosi poi più a S in molti terrazzi minori.

Nell'ansa di Bornato e di Calino le pareti di sponda sono cementate: in vari luoghi tra Bornato e SE di Villa appare un saldo conglomerato di ghiaia e ghiaietto di rocce prevalentemente alpine, avente aspetto fluviale, nel quale però si trovano alcuni calcari striati. La cementazione è limitata al fianco del terrazzo; allontanandosi da questo in direzione di Paderno una grande cava ed altre minori escavazioni mostrano un terreno come quello suddescritto, sempre con ciottoli calcarei striati, ma sciolto. Il carattere localmente fluvioglaciale di questi terreni (che in superficie presentano sempre 1,5 m di ferretto) si spiega poichè qui, ove il terrazzo di sponda sinistra del Longherone esce dalla tavoletta « Iseo », era il punto d'ingresso di un piccolo affluente

i cui rami drenavano il fianco esterno della cerchia principale da Bornato a Fantécolo. Ma lungo il resto della sponda la natura schiettamente morenica del terrazzo è evidente e vi abbondano i massi erratici anche grandissimi.

Il letto stesso disseccato del Longherone anche dopo la stretta di Fornaci (casc. Cantone) è coperto di una terra argillosa di color giallo rossiccio. La Q. 203 tra Bornato e Calino, un' ondulazione del suolo appena sensibile, non ha aspetto diverso dal rimanente; sopra vi sono stati accumulati molti ciottoloni e massi, forse per opera dell'uomo; non ritengo giustificato che Cacciamali (1907) l'abbia segnato come un cocuzzolo mindeliano emergente di sotto la cerchia rissiana; se mai esso ha un aspetto ancor più fresco di ciò che gli sta intorno. Presso la stazione di Bornato-Calino un fosso mostra 0,5 m di terra giallastra e poi ghiaia fluviale fresca, grigia, non cementata, con tonaliti sfatte; intorno, sui campi sono sparsi erratici non grandi. Nella piana tra La Costa e Bornato il terreno è giallo, tra il sughero e il tabacco biondo, ossia privo di quel componente lievemente rossiccio che stava più a monte.

Anche a SE del cimitero di Bornato nel letto del Longherone vi è ancora un velo di ferretto a coprire la molta ghiaia; questa però si fa sempre più appariscente cosicchè all'inizio della tavoletta «Rovato» (limite di comune) la ghiaia quasi nuda, insieme colla morfologia tipica, mostrano trattarsi di un letto fluviale abbandonato, con grandi ciottoloni arrotondati: il territorio ha servito per cave di ghiaia. Alquanto a SE del punto 180 (NE di casc. Sardini) la ghiaia torna ad essere coperta da poco terreno agrario ed è coltivata, così pure verso casc. Casarotte ed oltre, ma è sempre possibile riconoscerne l'abbondanza. Prosegue così sino a casc. Baldussa ma appena ad O ha caratteri fluvioglaciali.

Il fianco destro del letto abbandonato or ora descritto non è delimitato così nettamente come quello sinistro poichè si risolve in una serie di gradini assai piccoli. 400 m ad E di Barco di Sotto vi è ancora un gradino di 2 m (cioè più basso di quello di Valloza dirimpetto) che denota per l'ultimo letto un'ampiezza di 600 m. A NE di casc. Sardini questo si restringe; qui era una piccola ansa. Tra casc. Colombera e Cappella dei Morti inizia una dorsale di allungate ex-isole fluviali: una, lunga 3/4 di km, ghiaiosa in superficie, si prolunga sino a Barco. Da Barco verso SSE si estendono in continuazione le note alture moreniche,

ricche di massi alpini, che possiamo supporre si prolunghino sino al sottopassaggio di Ca' del Diavolo, pei massi erratici di colà. Le alture a SSE di Barco sono del tutto piane in alto ed hanno i fianchi ripidi e terrazzati sia ad E sia ad O; questo, insieme colla loro quota tra 185 e 180, le fa considerare come terrazzi di erosione residui.

Il settore d'azione del Longherone si è allargato verso O sino alla congiungente La Costa - Rovato ove ha troncato di netto tutti i cordoni delle cerchie mindeliane esterne, formando un gradino lungo l'isoipsa 195 da Cazzago al cimitero. Infatti la pianura ad E di Rovato è coperta di ferretto rossiccio con pochi ciottoletti di tipo fluviale in superficie: il ferretto è profondo 2 m e sotto vi è ghiaia fluviale stratificata con ghiaietto e sabbia, senza massi ma con qualche ciottolone sporadico. Per trovare massi erratici bisogna andare più a N, verso la stazione di Cazzago, la casc. Bendona e l'estremo NE di Rovato. Una cava all'orlo del terrazzo mostra, sotto la parte alterata, morena con massi e persino ciottoli calcarei striati.

Il foglio geologico « Brescia » rappresenta il letto del Longherone ed i terreni ad E di esso in modo abbastanza simile alla mia descrizione; invece vi è disaccordo completo per la parte ad O; qui Cozzaglio fece uscire un corso d'acqua dalla cerchia principale attraverso il varco di Casc. Sala, a N di Pedergnano, ma ciò è impossibile, come si vedrà a pag. 340.

Ad O del meridiano di Coccaglio si entra nel settore d'azione del fiume Oglio. Alla base del versante SO del M. Orfano vi è terrarossa senz'alcun ciottolo alpino, derivata dal disfacimento eluviale dei calcari del monte, ma subito all'esterno del canale Fusia il colore diviene meno vivace ed i ciottoli alpini appaiono nel ferretto che ricopre per 1 ÷ 1,5 m tutto il territorio; il pendio è dolce, senza terrazzi.

Le cave nei pressi di Coccaglio, ch'è ancora nella insenatura tra i due coni di dejezione, mostrano una ghiaia a lievissima cementazione, con molti ciottoli arrotondati di rocce alpine ma altri assai irregolari di rocce viciniori calcaree e conglomeratiche; vi sono pezzi assai grossi, prossimi ad 1 m; insomma anche se mancano ciottoli sicuramente striati, il deposito deve essere fluvioglaciale con trasporto acqueo assai breve. Invece le cave poste più ad occidente mostrano ghiaie sciolte di tipo francamente fluviale, talora con sabbie.

Il territorio tra il M. Orfano e la cerchia principale, ove sono gli attenuatissimi cordoni delle cerchie moreniche mindeliane, è già stato descritto a pag. 251. Esso è troncato pure a NO, tra Zocco ed Adro, da un gradino d'erosione che delimita nettamente il morenico indisturbato: questo va dal Monte Orfano a N, sostenendo Zocco di Sopra, e poi a casc. Dalino; qui il rio proveniente da NE di Adro ha accumulato un certo spessore di ferretto e sabbia ma certo non è autore del suddetto gradino, che può attribuirsi solo in parte anche allo scaricatore singlaciale rissiano proveniente dalla apertura di M.na della Neve (253); invece il gradino avrebbe avuto origine dall'Oglio del M-R, come si vedrà tra poco.

Il territorio tra il M. Orfano, il M. Alto e l'Oglio attuale, è costituito da una serie di ampie terrazze piane separate da vari gradini formati dal fiume Oglio (fig. 15 e 21). Il I° ripiano, il più alto, è quello che da Capriolo si estende verso Adro comprendendo l'insenatura triangola tra i due speroni del M. Alto. È coperto di ferretto misto con quantità sempre crescenti di terrarossa man mano che ci si avvicina a casc. Balina, ov'è il conoide del rio Bolione. Poichè dopo la prima glaciazione mindeliana niente è più andato a disturbare questo angoletto, si può ritenere quel terrazzo come un testimonio della pianura d'allora. Secondo Cacciamali (1922) un tempo qui sarebbero state cavate argille lacustri cineree, testimonianti un laghetto dovuto a sbarramento da parte di un ghiacciaio mindeliano. Il gradino che limita il terrazzo va perdendo rilievo tra Capriolo e casc. Miola ove si esaurisce: il suo orlo superiore sta a 224. La sua direzione a SE è ad angolo retto colla vicina morena di Adro-Santella di Grom la quale sarebbe dunque stata deposta più tardi. Tale direzione conduce ad ammettere che il fiume, prima della deposizione delle morene mindeliane tra Adro ed il M. Orfano, avesse la sua strada a N di questa lunga collina.

Il II° gradino inizia pur esso da Capriolo in direzione SSE e si estingue a S. Lorenzo, scendendo da 218-19 a 214: è anche esso ferrettizzato ma non si può dire per quale spessore. La direzione di questo terrazzo lo raccorda con quello prima nominato di casc. Dalino-casc. Vezzoli. L'Oglio di allora, cioè successivo alla glaciazione mindeliana (M. II°), respinto dalle morene, prese un nuovo corso deviando a S di Adro ed aggirando verso occidente la punta NO del M. Orfano: è esso che ha eroso le morene tra Santella di Grom e casc. Vezzoli.

Il III° terrazzo è più ampio, limitato ad O da un gradino che comincia anch'esso dalla punta di Capriolo (212), diretto a SSO, passa da casc. Fantone a 208 e si esaurisce prima di giungere a casc. Torretta. Il terrazzo mostra più ciottoli di quelli sovrastanti; presso casc. Torretta vi è in vista anche qualche ciottolone mentre più ad E, nell'area di sfogo dei pigri ruscelli di Adro, vi è in superficie solo materia fine. Al cimitero di Zocco una cava seziona il terreno per 5 m: vi è 1,0÷1,5 di ferretto,

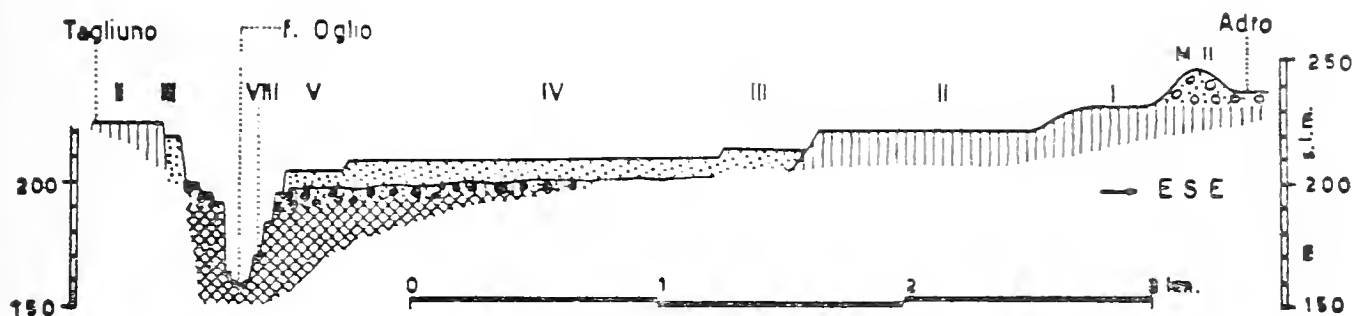



Fig. 15 — I terrazzi del fiume Oglio, tra Tagliuno ed Adro (la serie è ben rappresentata sulla sponda E, non su quella O). La gola del fiume è scavata nel conglomerato (ceppo) pre-mindeliano, ricoperto da un deposito morenico del Mindel I°, che si ricollega al terrazzo fluviale I. Questo, presso Adro è intersecato dal cordone morenico sovrapposto del Mindel II°, cui corrisponde il terrazzo fluviale II. La morena del M. I° (a grossi punti neri) è stata erosa e ricoperta dalle alluvioni singlaciali del Riss (a puntini): terrazzo III. Il terrazzo VIII è l'ultimo dell'interglaciale R-W. Il IX terrazzo è posteriore al Würm. Le altezze sono 10 volte le lunghezze.

compresa una zona di transizione, e sotto c'è ghiaia mista a sabbia, alternante con strati di sabbia pura; la ghiaia comprende molti ciottoli calcari che hanno la superficie ben conservata ma non sono striati, la pezzatura è tutta inferiore al pugno ma molti ciottoli sono irregolari sino a spigoluti. La pianura intorno, anche verso O, mostra alcuni ciottoli ma i ciottoloni vi sono sporadici e non grandi. Il piano prosegue sino a S. Pancrazio: poi vi è un ampio lieve avvallamento. Anche a Spina procedendo verso O si trova un aumento di ciottoli. Come apparirà in seguito (pag. 310) questo terrazzo è databile per diverse vie e risulta essere il più alto del Riss.

Ad O del precedente sta il IV° terrazzo, ampio ed assai lungo. Esso inizia a casc. Vanzago (234), quasi alla fronte esterna della cerchia principale da cui è diviso per un solco erosivo più recente. Il gradino che lo delimita verso l'Oglio è dapprima un

salto di 4 m soltanto, diretto a SO, poi passa per Le Case (209) infine devia a S perdendosi ad O di casc. Feniletto (204). Nei dintorni di Vanzago la superficie del terrazzo è un terreno bianco-gialliccio-grigiastro in cui sono scaglie di calcare marnoso bianco: è l'aspetto tipico del detrito di *Scaglia* sopracretacica di Sàrnico e del M. Alto; perciò essa non proviene dal vicino fianco montano, ch'è composto esclusivamente di arenaria, ed è invece prodotta dal rimaneggiamento di depositi glaciali. Poco più a S ossia presso la stazione ferroviaria di Capriolo è possibile esaminare una sezione di una quindicina di metri: qui appare, sotto 1,0÷1,5 m di ferretto, una diecina di metri di un conglomerato saldo ma non troppo, di struttura morenica caotica con massi da 1 a 3 m e molti calcari alcuni dei quali striati.

A S della valle del torr. Brémola il grande terrazzo mostra in superficie un colore tra rosa salmone e giallastro e presenta un lentissimo pendìo verso l'Oglio. Lungo tutta la pianura si trovano qua e là notevoli massi erratici semisepolti od appoggiati: ho notato solo rocce alpine. In corrispondenza della curva ferroviaria presso Mussiga il conglomerato prima nominato è di nuovo evidente.

Assai più a S, prima di giungere all'autostrada, vi è una grande cava a casc. Lanzini ed una grandissima poco più a NO; vi è 1,0÷1,5 m di ferretto sotto cui stanno 3-6 m di ghiaia e sabbia nitidamente fluviali, a stratificazioni alterne; 4-7 m sotto la superficie vi è deposito morenico, tipico, visibile per uno spessore di 2-3 m, caotico, con impasto limoso e numerosi grandi massi erratici con diametro anche oltre 2 m, irregolari o spianati su un lato; alcuni di questi sono di arenaria di Sàrnico, uno è di puddinga sopracretacica; il tutto non è più cementato.

A S dell'autostrada non si può più stabilire quale sia la continuazione del terrazzo in esame: può darsi che sia delimitato ad O da un gradino dapprima lieve che ha inizio subito ad E di casc. Sgraffigna (194) e poi, diretto a S, passa presso le due casc. Vanzaghetto ed ancora più a S per il punto 179 della strada statale, proseguendo poi al di là per un'altro paio di km. Sopra di esso vi è il ferretto chiaro, e qua e là qualche raro ciottolo; un piccolo scavo presso l'incrocio del gradino col passaggio a livello mostra che a poca profondità vi è ancora terreno morenico In tutto il terrazzo descritto è apparso che si tratta di un territorio morenico spianato (e cementato vicino all'Oglio) la cui

superficie accidentata è stata riempita di ghiaia per opera fluviale. Dato che, come si vedrà, il terrazzo è stato formato nel Riss, ne consegue che il morenico spianato sottostante, assai esterno alle cerchie rissiane, dev' essere del Mindel.

Un nuovo terrazzo (V°), di poco più basso del precedente, sta presso l'Oglio a partire dalla grande ansa di Capriolo: è caratterizzato da un gradino abbastanza alto che passa presso casc. Mussiga di Sopra (207) e serve da appoggio alla ferrovia sino presso casc. S. Stefano (205). Qui vi è un po' d'incertezza ma da casc. Valle di Sopra il gradino è di nuovo ben rilevato a prosegue per le casc. Sopra Riva sino a riaccostarsi all'Oglio a casc. Poffada; forse è quello stesso che a S di Palazzolo riprende a S. Rocco (176) e si allontana dall'Oglio.

Su questo terrazzo è sempre visibile nel ferretto superficiale una grande abbondanza di ghiaia e ciottoloni. Più a S, nella scarpata, sono aperte varie cave di ghiaia alla cui base si vedono molti ciottoloni e massi. La stesse abbondanza di ciottoloni si riscontra ad O di casc. Sgraffigna (194), di casc. Ventighetta (187) e Vanzaghetto. Anche tra Costa di Sotto e casc. S. Rocco vi è sempre ferretto con ciottoloni. Avvicinandosi a Palazzolo si vedono addirittura massi erratici. Ció appare in modo particolarmente chiaro ad E e SE della stazione ferroviaria, ove sono delle cave: vi é un po' di ferretto di spessore non misurabile, e poi, sotto, il deposito ha granulometria caotica, con molti massi sino ad 1,5 m; alcuni ciottoloni sono ellissoidali ma la maggior parte sono irregolarmente arrotondati, vi sono abbondanti i ciottoli calcarei ed uno è certamente striato.

Vi sono altri terrazzi dell'Oglio (VI°-IX°) i quali comprendono strisce di territorio assai ristrette lungo la scarpata. Tra l'ansa di Mussiga e Palazzolo essi formano 4 ripiani, nel più basso dei quali è inciso il letto attuale dell' Oglio. Nell'ansa del fiume essi formano la gradinata del ripianino 205 (sotto casc. Mussiga di Sopra), del Casello 198, del canale Fusia (ca. 185) e del molino Zanella (173). La stessa serie di terrazzi riappare 2 km più a valle tra la casc. Invalidi (201), il Casello (193), la Fusia ed il fondo della gola. La si ritrova anche a Palazzolo ma è nascosta dalle costruzioni; invece è ben visibile appena a valle del paese. Qui i terrazzi sembrano tre ma sono quattro sulla sponda opposta: sotto il grande gradino di S. Rocco (176) vi è un terrazzo con ferretto nel quale si vedono ciottoli e ciottoloni assai grandi tutti arrotondati. Da Ca' del Cane (170) si scende

al ripiano della Seriola Vecchia di Chiari e ad O di questa si trova nel ferretto superficiale, oltre i soliti ciottoloni, diversi massi spigoluti indubbiamente glaciali; del resto ad un gruppo di case isolate a SO del paese, ossia sullo stesso terrazzo che precede il più basso, appaiono molti grandissimi massi erratici irregolari le cui dimensioni non lasciano dubbi sull'origine e deposizione glaciale. Questi residui glaciali, che qui sono già parecchio profondi sotto la pianura, a S di Palazzolo o non esistono o rimangono sepolti dalle alluvioni.

Il territorio che sta alla destra dell'Oglio ed è esterno alla cerchia principale è composto anch'esso di una ricca serie di terrazzi che saranno esaminati a cominciare dai più antichi. Stabilire la corrispondenza tra i terrazzi di sinistra e quelli di destra di un fiume é un lavoro tutt'altro che facile e non sempre ci si può convincere della bontà dei risultati. Nel caso dell'Oglio vi sono però delle riprove mediante le quali si può affermare che la corrispondenza è giusta.

Il terrazzo più alto e più settentrionale è quello della Chiesa di Credaro (225) (fig. 8, G in fig. 16) che rappresenta forse lo sfogo delle acque singlaciali rissiane (fig. 20), le cui ghiaie avrebbero dilavato e sepolto i resti dell'anfiteatro morenico mindeliano, quelli che si sono ritrovati sotto la superficie dei terrazzi di sinistra giù giù sino a Palazzolo. Questo terrazzo era già il letto di un fiume ed ai lati della stretta tra Tagliuno e Palazzolo potevano esistere dei precedenti terrazzi mindeliani, quali sono quelli già descritti conservati nell'insenatura tra Capriolo ed Adro, ad una quota pochi metri superiore a quella dei terrazzi rissiani. Analogamente anche a destra dell'Oglio, da poco a N di Castel Rampino (casc. Casotto, 235) a Caleppio ed a Tagliuno, si è conservato un terrazzo di altitudine sui 235 (I° e/o II°) il quale a N sovrasta al terrazzo 220 di Castel Rampino-Credaro ed a S si abbassa, senza gradino localizzato, al livello di Tagliuno, 224. Il suddetto terrazzo 235 è coperto di ferretto color salmone in scatola che, dove si affaccia sul burrone del fiume, sembra avere potenza almeno 1,5 m (ma non si vede bene la base del ferretto) con dentro ciottoli alpini sparsi; non si tratta dunque di *eluvium* del Sopracretacico dei vicini colli.

Il terrazzo della chiesa di Credaro (225) corrisponderebbe come ordine al III° terrazzo di sinistra e si è scritto che quello è il primo che sia certamente rissiano. Tra il torr. Odria e l'Oglio vi è poi una gradinata di terrazzi che si protendono sino all'ansa

dell'Oglio. Essi sono tutti coperti di ferretto ma lungo la strada Credaro-Trebecco, ch'è a livello, il fondo naturale è il conglomerato che affiora nelle gole dell'Odria e dell'Oglio, perciò è evidente che il ferretto è solo una lieve copertura. Del resto, anche sulle strade campestri vicine appare talvolta il conglomerato sottoposto, conglomerato che Levy (1914) ha scambiato per puddinga sopracretacica.

Descrivo ora i singoli terrazzi. Il IV° è quello del cimitero di Credaro (220); al suo estremo SO si vedono in superficie moltissimi frammenti di *scaglia* bianca sopracretacica che rendono grigio-biancastro l'*eluvium* per un vasto tratto mentre intorno sullo stesso terrazzo vi è il ferretto rosso argilloso tipico. Si ricorderà (pag. 305) che lo stesso fenomeno appariva sul IV° terrazzo a sinistra dell'Oglio, il che conferma l'identità dei due (v. fig. 8). Vi è poi il terrazzo (V°) di S. Fermo (210)-Trebecco (207) e a S. di questo un altro terrazzo (VI°) abbastanza vasto, di quota 200. In tutta l'area terrazzata, da Credaro a qui, appaiono spesso notevoli massi erratici sulla superficie dei campi. Ancora prima di giungere all'Oglio vi è un terrazzo triangolare (VII°), di quota 193, poi uno di altitudine 185 (VIII°) anch'esso velato di ferretto ed infine vi è il più basso (IX°), non più ferrettizzato, il quale è un paio di metri più alto dell'Oglio, il cui livello acqueo, mantenuto fisso da una diga artificiale, arriva qui a 176.

La serie di terrazzi descritta è identica a quella che sta sul fianco opposto dell'ansa fluviale (pag. 307).

In tutto il territorio considerato, le profonde incisioni dell'Oglio e dell'Odria permettono di esaminare un grande spessore dei depositi che formano la pianura. La pianura che sostiene il colle morenico del Montecchio (pag. 271), sul lato destro della gola dell'Oglio, è composta di ceppo fluviale franco, a banchi. La parete dirimpetto, pur essendo egualmente cementata, non ha più aspetto di deposito fluviale bensì piuttosto di morenico, a pezzatura estremamente varia e con molti massi, assai ferrettizzato nella parte superiore. A pag. 312 saranno descritti questi conglomerati nel loro proseguimento verso SO.

I terrazzi del torr. Odria [1] e del suo affluente Udriotto

---

[1] Che nel suo corso superiore è indicato sulla carta topografica col nome di Uria.

meritano uno studio attento che si ricollega con quanto è già stato descritto alla pag. 256. A monte di Villongo S. Filastro e precisamente alla sezione tra casc. Calvarola e casc. La Sella (fig. 3), ove trovasi il ponte di quota 238, si hanno i terrazzi rappresentati nella fig. 16 (A). I terrazzi sono tutti posteriori alla formazione dei depositi già descritti a pag. 257, ch'era stata mindeliana; tra i terrazzi, quello del ponte (238) può servire di riferimento poichè si estende a S costituendo tutta la piana sino a Villongo S Filastro, Castel Merlo, Credaro ed il terrazzo di Fornace a destra dell'Uria. Questa piccola pianura è stata formata subito dopo il ritiro della glaciazione che depose la cerchia principale (Riss) e la si è già denominata or ora IV° terrazzo della serie dell'Oglio. Ora qui appare un'altra conferma della sua posizione in quanto la serie dei suoi precedenti ci porta, col I°, appunto al più alto livello di deposito mindeliano.

La fig. 16 B segue poi il corso dell'Odria al ponte di Solarolo; da essa appare che tutti i terrazzi di destra dell'Uria si ordinano anch'essi secondo la serie dell'Oglio; il I° è il più alto deposito cioè quello delle argille lacustri mindeliane (v. fig. 3 e pag. 256); il II° è composto dei resti della morena che sbarrò il laghetto; il III° terrazzo può essere analizzato bene poichè lungo il suo orlo E si allineano grandi cave di ghiaia e sabbia, tra Fornace e l'Udriotto, che si approfondiscono per 6,0÷6,5 m. In esse appare ferretto per 0,5÷1,0 m soltanto e sotto vi è deposito alluvionale ghiaioso-sabbioso a banchi di ghiaia e di sabbia ben stratificati, talvolta in modo incrociato; i ciottoli sono arrotondati e di misura non superiore a quella di un pugno o di una testa; gli elementi sono freschi eccetto le tonaliti arenizzate, e vi sono abbondanti i calcari; man mano che si procede verso S appaiono in questa ghiaia ciottoloni e poi anche massi irregolari con diametro anche superiore a 0,5 m ed appunto nelle vicinanze dell'Udriotto vi trovai un ciottolo calcare striato. Questo terrazzo per la sua freschezza è dunque già rissiano e rappresenta l'apporto di materia fluvioglaciale che veniva dilavato dalla fronte glaciale rissiana per opera del Guerna e dell'Uria di allora (v. fig. 20).

In tal modo rimane assodato anche qui che il III° è un terrazzo rissiano e precisamente di deposizione singlaciale, ciò che si accorda con il suo carattere a Capriolo, a Zocco, a Credaro ed a Tagliuno.

Cessato l'apporto di materia morenica ricavata dalla fronte glaciale, l'azione dei torr. Guerna ed Uria ha eroso qui il piano III° approfondendovi sino al livello IV°. Ma nelle successive fasi d'arresto dell'erosione l'Uria ha potuto deporre nella piana tra Solarolo e Credaro una parte del materiale argilloso ferrettizzato asportato dalla valle di Villongo S. Filastro-Foresto. Qui infatti ai due lati dell'Uria (fig. 16-B) subito sotte il terrazzo III° vi è argilla rossa (cavata per mattoni), trasportata, contenente ciot-

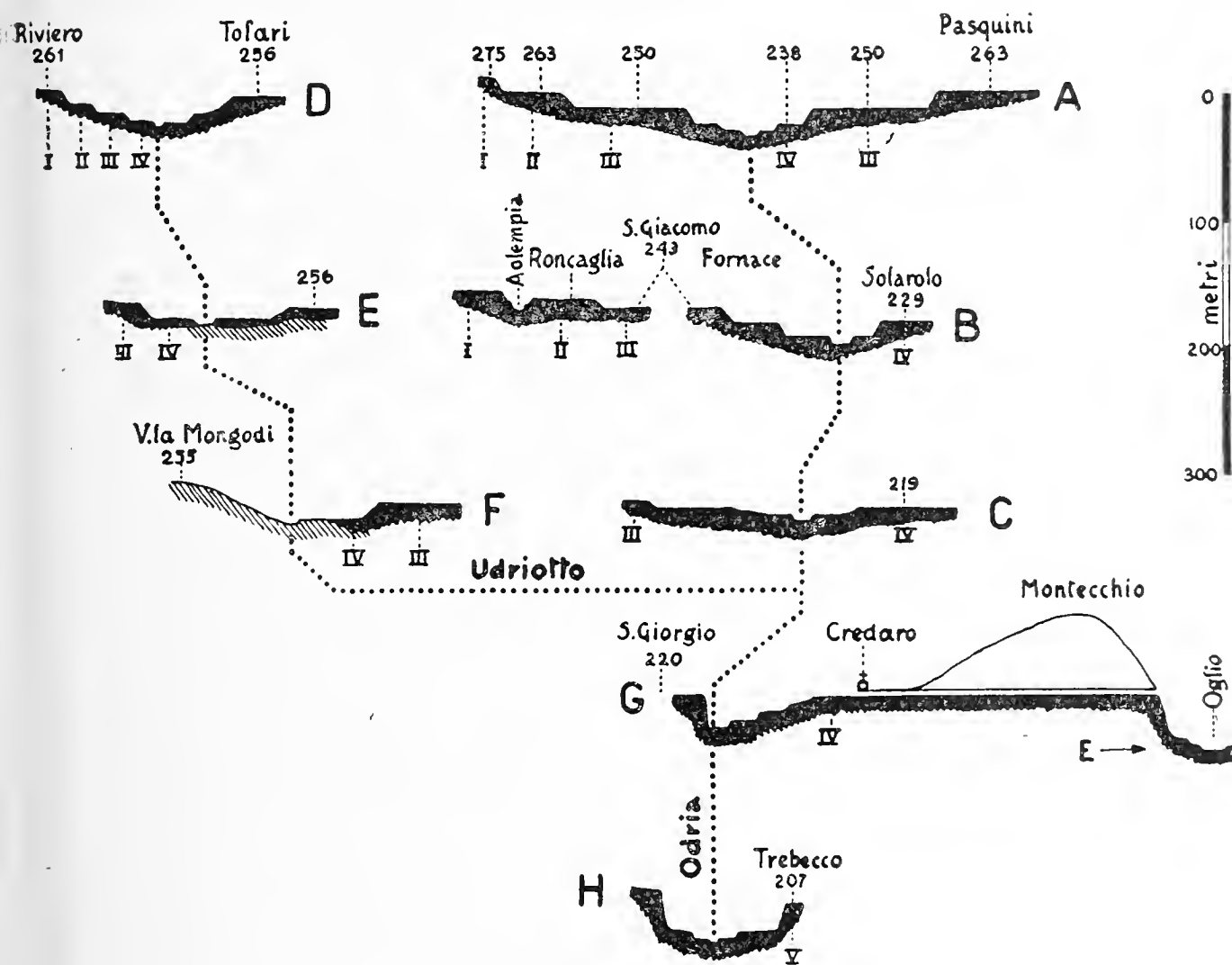



Fig. 16 — Varie sezioni lungo il torr. Odria ed il suo affluente Udriotto, tributari dell'Oglio, per mostrare i loro terrazzi. I e II sono dell'interglaciale Mindel-Riss, III è singlaciale rissiano. In nero i depositi detritici, in tratteggio il fondo roccioso.

toli e ciottoloni specialmente alla base; vi è una cava di tale argilla, oltre che a Fornaci, anche presso il ponte tra Solarolo e Credaro (fig. 16-C) ove essa appare potente almeno 2,5 m ed uniformemente rossa.

Fino alla sezione C) si osservano nell'Uria, entro il terrazzo fondamentale IV°, altri due piccoli terrazzi (V° e VI°); il V°

appare anche nella fig. 16 D, E ed F ove sono tre sezioni dell'Udriotto. I terrazzi V° e VI° rappresentano dunque un' erosione risaliente spintasi sino a monte della pianura fondamentale (IV°). Invece a valle della confluenza, o meglio a valle di Credaro, l'Odria presenta ulteriori terrazzi sino all'VIII°.

Per quanto riguarda il basso Guerna (fig. 3) i terrazzi inferiori al IV° hanno origine più discutibile di quelli dell'Uria-Udriotto poichè qui è intervenuta anche la glaciazione Würm e la presenza di soglie rocciose (v. pag. 262).

L'Odria a S di Credaro (fig. 16-G, H) ha formato meandri incassati in un conglomerato, che alla foce del torrente costituisce una parete di 30 m. Alla prima, strettissima curva a S di Credaro (fig. 8), questo conglomerato mostra verso il basso struttura alluvionale con stratificazione incrociata, ma vi è molto cemento e qualche masso di tipo glaciale, verso l'alto sembra che di questi ve ne siano di più. Nella parete sono intagliati due terrazzi innalzantisi di pochi metri sopra il letto del torrente e quindi abbastanza profondi sotto la pianura del cimitero di Credaro. A Trebecco, presso la foce, il burrone dell'Odria è ancora tutto inciso nel conglomerato, formato di banchi di natura alluvionale ghiaiosa, ma in alto, per uno spessore di 5 m, il conglomerato presenta granulometria caotica con prevalenza di grandi massi; alla superficie vi è poi 1÷2 m di ferretto. Quello descritto è il fianco destro dell'Odria ossia l'orlo del terrazzo di Castel Rampino; verso il fondo si vedono anche qui due netti terrazzi sopra il letto del torrentello attuale.

La scarpata dell'Oglio tra Trebecco e Castel Rampino è costituita di conglomerato la cui natura fluviale appare più evidente: esso è suddiviso in banconi orizzontali ben definiti, composti di ciottoli ben classificati e più piccoli di quelli ch'erano più a monte o nella gola dell' Odria; questi sono alterni con molti orizzonti di sabbia e di ghiaietto. Lo stesso aspetto presentano le tre gole di Castel Rampino e di Caleppio; in particolare nell' ultima, ch'è quella del Porto, vi è una grandissima cava di ghiaia e sabbia che ne mostra in modo indubbio la natura esclusivamente fluviale sino in cima; il ghiaietto ben classificato forma anche il fianco della scarpata a S di Porto.

Precedenti autori, quali Penck e Cacciamali (1922), hanno messo in particolare evidenza la presenza d'intercalazioni tenere in questa parete di conglomerato. Penck ha fotografato le figure

di erosione che ne derivano ed ha chiamato ciò «organi geologici»; essi dividerebbero, secondo questo A., la «Niederterasse» (parte superiore) dalla «Hochterrasse» (parte inferiore). CACCIAMALI riconobbe poi la presenza di quel livello sabbioso nei burroni che scendono all'Oglio sotto Trebecco ed anche in quello che scende da Tagliuno; ritenne che separasse alluvioni sottostanti mindeliane da soprastanti rissiane.

Si può osservare bene la natura di quel livello tenero discendendo il terrazzo che si affaccia sull'Oglio ad E e NE di Tagliuno. La parte superiore del terrazzo, avente l'orlo a ca. 225 (II°), non appare molto cementata sotto il ferretto e continua le ghiaiette fluviali delle contigue cave di Porto. Ma a metà discesa si giunge ad un ampio ripiano su cui affiora della sabbia, accompagnato da altri due più bassi di pochi metri; verso S essi si fondono poi in un terrazzo solo sul quale si vedono parecchi massi erratici, talora grandissimi. Del resto anche dirimpetto, sul fianco sinistro dell'Oglio, ove una strada risale dal fondovalle sino all'orlo del burrone, è possibile vedere che al di sopra del canale Fusia (184) vi è un conglomerato con massi, alcuni dei quali grandissimi, mentre in alto non se ne vedono. Si tratta dello stesso conglomerato morenico in cui è tagliata la curva della ferrovia a casc. Mussiga e che appare alla stazione di Capriolo e nella gola dell'Oglio (pag. 306 e 309). In sostanza esso sarebbe da ricongiungere col morenico di Palazzolo, facente parte della fronte mindeliana più esterna, e le sabbie che stanno tra Trebecco e Tagliuno, a metà scarpata, sarebbero i depositi lasciati da un Oglio mindeliano interfasale (?), ricoperti poi da alluvioni singlaciali del Mindel II° costituenti il terrazzo II (225) [1].

È pure assai istruttivo ciò che appare nella gola di Tagliuno. Qui tutta la parete è conglomerato fluviale a netta stratificazione in grossi banchi. Risalendo dalla Cartiera di Tagliuno al cimitero si ripassa tutta la parete della gola dell'Oglio vedendo sempre conglomerato fluviale quanto mai tipico: stratificazione netta, lenti di sabbia, granulometria sempre a ghiaia con sabbia, tutto

---

[1] Quest'ultimo terrazzo era stato considerato rissiano da PENCK, ma con riguardo al solito spostamento di una glaciazione ciò significa anteriore alla cerchia principale e quindi corrisponde al mio mindeliano; così pure egli disse würmiano il terrazzo 207 che gli sta dirimpetto al di là dell' Oglio, ossia il mio V°, ch' è rissiano.

arrotondato, ciottoli adagiati, ciottoli embriciati, etc. Anche sotto il ponte dell'autostrada si trova sempre il conglomerato fluviale; nell'abitato di Palazzolo (riva sinistra) il conglomerato ciottoloso d'aspetto fluviale è fortemente cementato. Osservando la sponda E si vede anche colà, dal basso in alto, sempre deposito fluviale più o meno cementato, salvo alcuni massi che compaiono nella parte superiore avvicinandosi a Palazzolo. Dunque il deposito morenico mindeliano, così evidente a N e ad E di questo paese, passa rapidamente ad alluvionale verso O e non varca l'Oglio a S di Tagliuno che con questa *facies*.

Tra Palazzolo e Tagliuno si ritrovato i terrazzi erosivi che si erano veduti sulla riva E. I quattro più bassi (IX°-IV°) sono scaglionati entro il burrone dell'Oglio sotto il ponte ferroviario. Il V° è il grande terrazzo che forma la pianura di Palazzolo, Cividino e Quintano, limitata tra il gradino Palazzolo-S. Fermo di Palosco e quello di casc. La Badìa-Le Ca'.

Il terrazzo V°, che ha la stessa altitudine del suo corrispondente di riva sinistra, é ferrettizzato per lo spessore di 1 m ca. ed anche meno. Le grandi cave lungo la ferrovia presso Quintano mostrano per 5 m: ghiaia stratificata, con lenti di sabbia, non cementata, senza massi ma con ciottoloni, spesso con ciottoli angolosi ma aspetto decisamente fluviale.

Pure dalla ferrovia ad O di Le Ca' si diparte un altro gradino diretto a NE e passante per Cerche. Esso delimita a N il IV° terrazzo, anch'esso nettamente ferrettizzato, e dá inizio al III°, ricoperto di un ferretto più giallastro. Mentre questi gradini rissiani sono conservati, risulta insensibile il passaggio al II° terrazzo, che è quello di Tagliuno (224), e così al I°, ch'è quello del cimitero di Caleppio (233).

I pozzi nella pianura e le formazioni glaciali più antiche.

Lo studio delle pianure può essere proseguito in profondità mediante l'esame di una serie di pozzi praticati per le ricerche di acqua, quasi tutti studiati da Cozzaglio (fig. 17).

Il pozzo di S. Pancrazio (quota 194), che si trova sul III° terrazzo (Fig. 21), incontra a 56 m s. l. m. le argille «plioceniche» marine fossilifere e raggiunge a quota 6 il conglomerato «pontico» del Monte Orfano distante solo 2 km. È noto dalle cave viciniori e dalla gola dell'Oglio che a S. Pancrazio vi sono in superficie (pag. 305) pochi metri di fluvio-glaciale (singlaciale

Riss max.) che ricoprono morena del M. I[0], di spessore piccolo, sovrapposta ad alluvioni ciottolose. La stratigrafia di COZZAGLIO, che non dà particolari sui primi 49 metri, inizia con «ghiaie calcari»; le ghiaie visibili all'esterno continuano dunque sino ad una diecina di metri sotto il pelo dell'Oglio attuale. Poi vi è un orizzonte di ferretto che ricopre una cinquantina di metri di ghiaie con ciottoli, talvolta paleozoici, nelle quali s'intercala uno strato di ghiaie minute; sotto questa parte, indicata come «Günz» da COZZAGLIO, vi è un complesso di 36 m, pelitico-psammitico con ciottoli, che C. indicava col nome di «Plistocene» intendendo evidentemente il periodo d'emersione interceduto tra la fase marina delle argille e quella francamente terrestre, infatti esso ricopre le argille con conchiglie marine «plioceniche» (s. l.).

Il secondo pozzo è stato praticato nel 1952, nella piazza di Paderno Franciacorta; di esso mi sono stati comunicati i dati di perforazione [1] ed ho potuto vedere qualche saggio dei terreni estratti. Il pozzo si trova sulle morene orientali più esterne delle cerchie mindeliane recenti. Dopo 23 m di cui non so nulla, è stato trovato un livello di alcuni metri di terreno argilloso rosso ricoprente un complesso conglomeratico di circa 20 m; sotto vi è un altro livello argilloso ferrettizzato, a 135-128 di quota, seguito da 16 m di conglomerato (con un masso di 1,5 m), ed infine un terzo livello ferrettizzato a 111-110, con sottostanti ghiaie sino almeno a 95 m s. l. m.

A 6 km a SE del pozzo precedente, ormai fuori delle ultime tracce esterne di morenico, si trova il pozzo di Fenil Nuovo (Mandolossa) segnato da COZZAGLIO sul foglio geol. «Brescia» [2]. I primi 37 metri, sino alla quota 98, contengono i depositi argillosi con alternanze di ghiaie e ciottoli (in basso) costituenti il fluvio-glaciale mindeliano misto colle alluvioni argillose delle colline marno-calcaree circostanti; poi compaiono anche qui due diversi livelli di ferretto, correlabili con quelli di Paderno, il primo dei quali ricopre ghiaie con ciottoli permici ed un potente

---

[1] Per gentile interessamento del dott. U. Gaffurini.

[2] Esistono due stratigrafie di quel pozzo, entrambe rilevate da C., ma un poco diverse tra loro nei particolari; quella più completa è stata pubblicata da SACCO (1933), l'altra più schematica, resa nota dallo stesso C. in una circolare a stampa del «Circolo Ragazzoni», insieme colle altre della fig. 17, è riportata qui con lievi semplificazioni.

conglomerato, l'altro sabbie semicementate, con letti di argille ed un conglomerato alla base. Sotto vi è un complesso di sabbie fini con argille marine, che C. attribuiva al Pliocene.

La fig. 17 rappresenta poi due pozzi di Brescia interpretati da C.; il I° è da identificarsi nel pozzo «Leonessa N° 1» dell'impianto idrico municipale sito in Forca di Cane ([1]) (1 km. a S della posizione indicata sul foglio geologico «Brescia»); il secondo è presso la Birreria Wührer, ad E della città. Il pozzo «Leonessa» ([2]), anch'esso penetrante nel «Pliocene», mostra tra questo e la superficie due profondi livelli di ferretto come negli altri pozzi, ed il conglomerato sotto il livello più basso poggia sul «Pliocene» marino fossilifero. Questo poi nei vari pozzi ha quota assoluta di: 56 (S. Pancrazio), 57 (Fienil Nuovo), 39 («Leonessa»), 54 (Wührer), ossia praticamente costante su un tratto di 27 km lungo il piede delle Prealpi ([3]). Il livello pianeggiante dell'argilla marina fossilifera dà un ottimo riferimento ed assicura che gli orizzonti sovrastanti non sono dislocati tra l'uno e l'altro pozzo.

La presenza in queste serie di diversi orizzonti di suoli argillosi rossi eluviali ricoprenti conglomerati, con ripetizione plurima del ciclo di sedimentazione, potrebbe spiegarsi fors'anche in altri modi, ma dove questo fenomeno si concatena alle serie fluvio-glaciali o addirittura glaciali, la spiegazione più soddisfacente è di attribuire i cicli sedimentari a cicli glaciali.

([1]) Ringrazio l'ing. G. Rosani, direttore degl'impianti, che mi ha fornito tutti i dati dei pozzi cittadini di Brescia.

([2]) Mi sono note altre stratigrafie di pozzo per Brescia: esse hanno tutte in comune la posizione e la natura del «Pliocene», (che forse è Calabriano) mostrano invece una certa variabilità nei depositi alluvionali, specie sotto i meno antichi conoidi del Mella e del Garza.

([3]) Invece il sottoposto conglomerato «pontico» è eroso e dislocato; esso arriva a 6 m s. l. m. a S. Pancrazio, a 451 al vicinissimo M. Orfano, a profondità ignota ma inferiore a 40 nel pozzo di Fienil Nuovo e a 188 all'altura di Sale distante meno di 1 km da esso. E' dunque manifesto che la fase diastrofica che ha dislocato il «Pontico» ha preceduto l'ingressione delle argille marine «plioceniche»; dopo di essa il territorio qui in esame ha costituito una zolla non dislocata o piuttosto soggetta solo a limitati moti verticali d'insieme. Com'è noto, Cozzaglio sostenne sempre invece, che la dislocazione dei lembi «pontici» avesse coinvolto il «Pliocene» e fosse quindi post-pliocenica o addirittura pleistocenica.

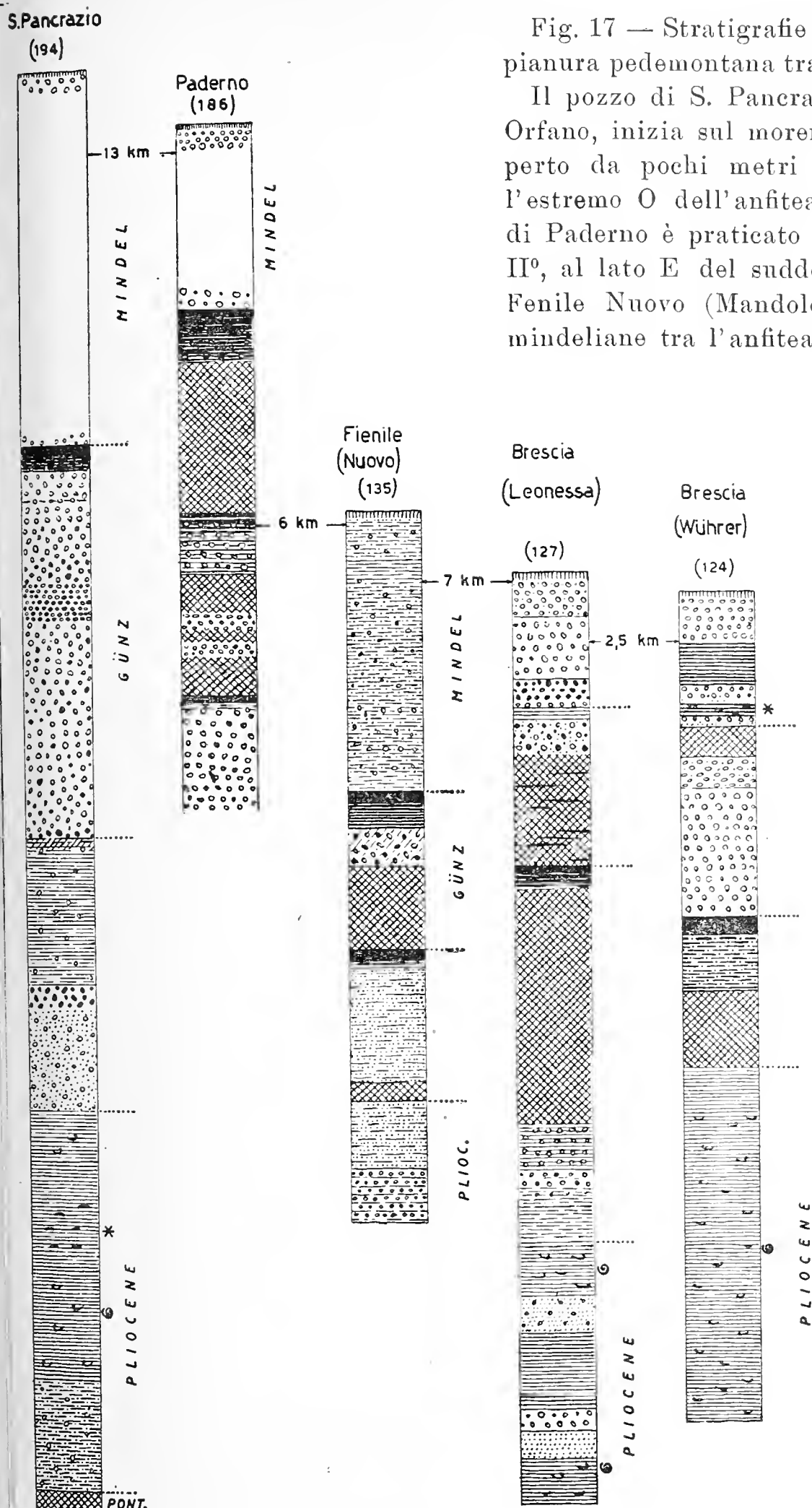



Fig. 17 — Stratigrafie di pozzi per acqua nella pianura pedemontana tra il fiume Oglio e Brescia.

Il pozzo di S. Pancrazio, tra l'Oglio e Monte Orfano, inizia sul morenico mindeliano (I^o) ricoperto da pochi metri di alluvioni rissiane, all'estremo O dell'anfiteatro principale; il pozzo di Paderno è praticato sulle morene del Mindel II^o, al lato E del suddetto anfiteatro; il pozzo Fenile Nuovo (Mandolossa) sta sulle alluvioni mindeliane tra l'anfiteatro e Brescia; i due pozzi di Brescia (« Leonessa » e « Wührer ») sono sulle deiezioni fluvio-glaciali ferrettizzate antiche.

Sotto i depositi mindeliani tutti i pozzi presentano 2 orizzonti di ferretto, ognuno dei quali ricopre un ceppo, che si possono attribuire al Günz (e forse anche al « Donau » ?). Il tutto poggia sul « Pliocene » fossilifero orizzontale, che a sua volta ricopre il conglomerato « pontico » dislocato.

I ferretti (argille eluviali) sono in nero; i ceppi (= conglomerati) in tratteggio obliquo o reticolato; tutti gli altri terreni e loro mescolanze sono rappresentati dai simboli consueti; in nero i ciottoli di rocce alpine.

Un asterisco indica legni e fossili vegetali, una spirale conchiglie marine « plioceniche ».

Per spiegare il pozzo di S. Pancrazio si ricordi che poco sotto la superficie delle alluvioni rissiane vi è qui un orizzonte morenico, com'è apparso nelle vicine cave poco più a N (pag. 306), a Palazzolo (poco più a S) e lungo la gola dell'Oglio. Questo orizzonte, assai esterno alla cerchia del Mindel II°, è parte di ciò che verrà definito a pag. 335 come Mindel I°. Esso non è separato dall'alluvione rissiana mediante un orizzonte di ferretto: infatti l'Oglio ha eroso la morena prima di deporre le alluvioni.

L'orizzonte di ferretto che sotto S. Pancrazio sta a 146, cioè 40-45 m sotto il M. I° (e 9 m sotto il pelo liquido dell'Oglio) attesta una superficie subarea di una glaciazione anteriore al M. I°; un altro punto dello stesso ferretto dovrebbe essere quello che si vede alla base della scarpata dello stesso terrazzo 4 km più a N, a circa 185 di quota, presso la stazione ferroviaria di Capriolo: colà sotto la morena cementata del Mindel (pag. 306) fa capolino un orizzonte ferrettizzato con ciottoli, in maggior parte alteratissimi, quasi esclusivamente di rocce eruttive e gneiss ma anche con qualche calcare. Questo deposito tuttavia non è glaciale bensì fluvio-glaciale; ciò si accorderebbe col fatto che anche negli altri anfiteatri sudalpini ove furono trovati resti di glaciazioni pre-mindeliane [1] esse risultarono di estensione inferiore al Mindel. I depositi dianzi descritti possono dunque ammettersi appartenenti alla glaciazione Günz ed al successivo interglaciale, d'accordo con COZZAGLIO.

La stessa conclusione diviene inevitabile per il pozzo di Paderno: qui gli orizzonti di ferretto sono tre ma, poichè il pozzo inizia sul M. II°, il più alto dei tre sarebbe quello del M. I°. In sostanza, nei due pozzi dell'anfiteatro e negli altri che ci accompagnano sino a Brescia, si vedono due orizzonti di ferretto premindeliani abbassarsi sempre più, avvicinandosi al livello del «Pliocene» marino, sino a ridursi ad uno solo al pozzo Wührer. A Castenédolo, 7 km a S di Brescia, si ritrovano poi sul Calabriano (VENZO, 1950, pag. 120) marne e conglomerati prealpini villafranchiani sincronizzabili «probabilmente» col Günz. Poichè i 2 livelli di ferretto in ogni pozzo sono separati tra loro da almeno una ventina di metri di alluvioni più o meno cementate, può darsi anche che si possa pensare a più di una glaciazione

---

[1] Nel Varesotto ad opera di NANGERONI, nella Brianza da parte di RIVA ed in val Seriana colle recenti ricerche di VENZO S.

ed in tal caso il ferretto inferiore, dei due pre-mindeliani, rappresenterebbe un resto della glaciazione «Danubio» identificata recentemente da VENZO (1950) a Leffe. Però non è possibile insistere su questo punto poichè mancano dati stratigrafici precisi e mezzi per ottenerli.

Un ultimo risultato interessante è che nei pozzi descritti si rinvengono ciottoli cristallini sino dalle prime alluvioni sopra le argille «plioceniche» per i dintorni di Brescia e che ciottoli paleozoici costituiscono un orizzonte del Villafranchiano basso nel pozzo di S. Pancrazio; dunque la Val Trompia e la Val Camonica comunicavano colla pianura già nel Villafranchiano almeno. Ciò si accorda col fatto che la Val Seriana, 15 km più ad O, presenta argille plioceniche di fondovalle assai addentro, ad Albino, onde era già formata e più profonda di oggi quando fu invasa dal mare piacenziano. L'apertura della Valle Sebina dovrebbe dunque essersi verificata tra il «Pontico» ed il Villafranchiano, se è giusta l'età pontica attribuita ai conglomerati cenozoici tra Brescia e l'Oglio.

Altri resti delle glaciazioni premindeliane, all'infuori di quelli sepolti sotto la pianura, sono scomparsi quasi del tutto. CACCIAMALI (1907) attribuì al Günz i conglomerati di Sergnana, Cremignane e Montecchio unicamente a causa della cementazione, che credeva prova di antichità; ma ho mostrato che la morena di Sergnana fa parte di una cerchia mindeliana (pag. 248) e quella del Montecchio della cerchia principale rissiana (pag. 271). Quanto al conglomerato di Cremignane è più difficile giudicare [1].

---

[1] Il conglomerato della collina di Cremignane è tanto cementato che si spezzano più facilmente i ciottoli del cemento stesso, ch'è abbastanza abbastanza abbondante: però al trivio Clusane-Cremignane-Iseo la cementazione è assai più debole. Vi sono rappresentate tutte le rocce di Val Camònica, con rari calcari; questi sono di solito scuri o nerastri, vi è poco *Médolo* chiaro, non vi ho trovato *Majolica*; provengono dunque da Nord. I ciottoli sono molto arrotondati, spesso ellissoidali appiattiti con dimensioni non mai superiori a quelle di un melone, La superficie dei ciottoli di provenienza più lontana è spesso alterata, i calcari sono schiariti.

Ho trovato altri due affioramenti di un conglomerato della stessa specie nei pressi di Timoline e cioè a casc. Castignina (ove pende lievemente verso N) ed alla collinetta isolata di Q. 220 presso Parrocchia.

In tutti i luoghi il deposito ha aspetto nettamente fluviale, eppure qualche autore lo denominò morenico. Quanto ad età PENCK lo attribuì

Che sia anteriore al W non c'è dubbio, ma è anche anteriore al Riss poichè costituisce il cocuzzolo della Parrocchia (Q. 220) a S di Timoline, cioè esternamente alla fronte W, ed è quindi stato modellato anche dai ghiacciai R; inoltre si trovano pezzi di quel conglomerato nella cerchia rissiana di Nigoline. È dunque non meno antico dell'interglaciale M-R ma mancano indizi per precisare di più.

Una formazione certamente premindeliana si trova nell'ambito del lago, nei monti di Sale Marasino: vi sono là, sulle pendici dei monti Almana e Caprello, ampie croste di brecce di falda cementate ricoperte o dal ferretto morenico sparso o da placche di morenico completamente ferrettizzato; la breccia è affatto esente da ciottoli alloctoni. Brecce analoghe si trovano sotto le morene in molti altri luoghi delle conche di Sale e di Sulzano, anche a quote assai più basse: esse sono messe in vista dall'erosione dei maggiori torrenti e poggiano direttamente sulla roccia: però non vi è alcuna prova che siano coetanee con quelle più alte.

Parte Seconda

Risultati cronologici e considerazioni generali.

I caratteri stratigrafici e morfologici generali delle morene sebine.

Nel corso delle descrizioni di morene ho indicato in modo succinto la stato d'alterazione del deposito; ora qui cercherò di afferrarne i caratteri più generali nel territorio esaminato. A tale scopo ho raccolto dagli appunti di campagna le descrizioni di morene in cui sono nominate le rocce dei ciottoli che vi si trovano: in totale si tratta di 132 luoghi diversi con 519 citazioni di rocce. Le località sono sparse in tutto il territorio percorso, cioè i versanti del lago d'Iseo e l'anfiteatro morenico, e si rife-

---

alla parte più grossolana della «Hochterrassenschotter» propendendo per datarlo R (che è poi ciò che qui è chiamato M); riconobbe che ha tutt'altra composizione dei conglomerati dell'Oglio, il che egli spiegò colla posizione centrale di Cremignane rispetto alla lingua glaciale. Prima di lui, BALTZER era rimasto in dubbio tra il M (mio) ed una glaciazione precedente. CACCIAMALI lo affermò «günziano» ed infine COZZAGLIO lo ritenne preglaciale (Villafranchiano).

riscono a depositi indubbiamente morenici di ogni età, avendo scartati i dubbi, i fluvio-glaciali, i fluviali ed i lacustri.

Le descrizioni della natura petrografica dei depositi morenici non erano state fatte a scopo statistico rigoroso; perciò i miei dati possono essere affetti da errori sistematici quali quello di aver messo sempre in evidenza la presenza di calcari nei depositi ferrettizzati, o viceversa di aver dato ad essi poco peso nelle morene fresche o infine di aver talvolta trascurato di nominare le rocce più comuni nelle morene: errori di questo genere però, se potessero essere corretti, ne sarebbero rafforzate le conclusioni che appariranno e perciò non sono pericolosi. D'altra parte i risultati stessi daranno la prova di quanta fiducia si possa riporre in loro.

Facendo la somma generale di tutte le 519 citazioni di rocce nelle morene, si ottiene la composizione petrografica media delle morene sebine, in ordine di frequenza delle rocce (il numero tra parentesi rappresenta il tenore percentuale): *Verrucano* (20,2), calcari retico-liassici (12,9), tonalite (9,8), arenarie triassiche (8,1), gneiss (7,1), porfidi e porfiriti (6,2), quarzo (6,0), micascisti (5,8), graniti (5,2), calcari e dolomie triassiche (4,2), arenaria sopracretacica (2,3), gabbri (2,3), dioriti (2,1), anfiboliti (1,7), quarziti (1,7), selci (0,8), conglomerati calcarei (0,8), calcare *Majolica* (0,6), dolomie noriche e retiche (0,6), granodioriti (0,6), calcescisti (0,4), serpentina (0,2), pegmatiti (0,2), diabase (0,2).

Naturalmente la composizione anzidetta è soltanto teorica; in realtà la petrografia delle morene va variando da monte a valle man mano che si usurano i frammenti e coll'apparire di affioramenti di nuove rocce, i quali si presentano lungo il percorso dei ghiacciai camuno-sebini in serie grossolanamente cronologica, colle roccie più antiche a monte.

Il bacino di provenienza del materiale detritico raccolto nelle morene si può valutare sulla carta intorno a 1594 km²; di questi, 808 alimentarono le morene del fianco destro e 775 quelle del fianco sinistro. Nella tabella IIª sono distinte le rocce che si ritrovano nelle morene dei due fianchi e sono raffrontate coll'area degli affioramenti di provenienza, nell'ordine da monte a valle.

Nella tabella le due prime colonne, relative ai due fianchi, rappresentano dati assolutamente indipendenti tra loro; ma anche la terza colonna è abbastanza indipendente in quanto essa non è la somma delle altre due, essendovi compreso tutti i dati delle mo

rene centrali. Per ogni gruppo di rocce i numeri della prima riga indicano quante volte % compaiono frammenti di tali rocce nell'insieme delle località classificate; in quelli della seconda riga (tra parentesi) l'area d'affioramento del gruppo su ogni fianco è rapportata alla superficie del fianco.

Le località considerate sono in numero quasi eguale per i due fianchi, i quali a loro volta hanno superfici quasi eguali tra loro; così appare che le morene, prese nel loro complesso, hanno composizione petrografica abbastanza eguale tra i due fianchi; però, confrontando le due serie di numeri, si osserva che le frequenze sui due fianchi, per ogni gruppo di rocce, stanno tra loro *grosso modo* come le aree dei rispettivi affioramenti. Il fatto diviene più convincente se si considerano i numeri in grassetto, che sono proporzionali al rapporto tra la frequenza dei frammenti d'ogni gruppo di rocce e le superfici degli affioramenti da cui sono provenuti, superfici che sono assai diverse tra loro e tra i due fianchi: se si prescinde dal terzultimo e penultimo gruppo (che non affiorano sul fianco sinistro) e dall'ultimo (di cui non si possono misurare gli affioramenti), si osserva che in complesso i valori si mantengono dello stesso ordine sui due fianchi e sull'insieme delle morene, cioè per ogni riga. Ciò indica inoltre che le composizioni petrografiche considerate rappresentano abbastanza bene quelle medie delle morene reali.

La tabella riflette anche la sorte che subiscono i ciottoli morenici in ragione della resistenza delle rocce e della lunghezza del percorso: porfidi e porfiriti insieme colle rocce eruttive dell'Adamello, pur provenendo dalla parte alta del bacino come gli scisti cristallini, si conservano assai di più; analogamente il *Verrucano* resiste molto di più del Trias camuno con cui ha in comune l'origine dal medio bacino. Invece la serie calcarea sebina è assai più rappresentata della affine serie camuna, perchè si trova più a valle; l'arenaria di Sàrnico (concentrata sul fianco destro, ove esistono gli affioramenti), pur essendo un po' marnosa, è relativamente assai frequente nelle morene poichè si trova vicino all'anfiteatro e così avviene anche per il delicato conglomerato calcareo.

Se si separano i vari depositi morenici a seconda che si tratti della glaciazione Mindel, Riss e Würm, distinguendoli in base alla posizione come se s'ignorasse lo stato d'alterazione, si

TABELLA II. — *Composizione media delle morene sui due fianchi dei ghiacciai sebini.*

GRUPPI DI ROCCE	fianco destro	fianco sinistro	totale
	FREQUENZA NELLE MORENE		
	% su 206	% su 209	% su 519
	AREE DI AFFIORAMENTO		
	(% su 808 km²)	(% su 775 km²)	(% su 1594 km²)
Scisti cristallini (gneiss, micascisti, calcescisti, quarziti, serpentina, etc.)	11,6 (43,3) **0,3** (*)	17,3 (30,1) **0,6**	15,2 (37,1) **0,4**
Rocce eruttive dell'Adamello (graniti, pegmatiti, granodioriti, tonaliti, dioriti, gabbri, anfiboliti, etc.)	16,5 (1,7) **9,0**	30,2 (27,7) **1,1**	21,5 (14,4) **1,5**
Porfidi e porfiriti (del Permico e del Carnico)	7,8 (0,8) **10,5**	5,3 (1,3) **3,9**	6,2 (1,0) **6,0**
Verrucano ed arenarie pretriassiche	20,4 (9,5) **2,1**	18,2 (16,9) **1,1**	20,2 (13,0) **1,5**
Trias camuno (arenarie, marne, calcari e dolomie sino al Norico escluso)	14,1 (26,1) **0,6**	10,6 (16,8) **0,6**	12,3 (26,4) **0,5**
Serie sebina (dolomie, calcari, marne, calcareniti e selci, dal Norico al Cretacico ininferiore)	14,2 (7,5) **1.9**	15,9 (7,1) **2,2**	14,9 (7,9) **1,9**
Arenaria di Sarnico, sopracretacica	5,8 (0,2) **29,0**	— — —	2,3 (0,7) **3,2**
Conglomerati calcarei, pleistocenici	2,0	—	0,8
Quarzo	7,8	2,9	6,0

(*) N. B.: i numeri in grassetto sono proporzionali ai rapporti tra frequenze dei gruppi di rocce ed aree degli affioramenti di provenienza.

arriva ai risultati riuniti nella tabella III[a] (1). Nella tabella, accanto alla composizione percentuale delle morene sebine prese in massa (1[a] colonna), appaiono per ogni roccia i rapporti tra le frequenze dei frammenti nelle morene di una glaciazione e le frequenze medie: cioè dove il rapporto è maggiore di uno, per es. = 2, la roccia è due volte più frequente della media; viceversa, se è minore di uno.

Appare chiaramente che nelle morene delle tre glaciazioni le composizioni petrografiche sono nettamente diverse. Nelle morene Mindel sono più frequenti della media: *Verrucano*, arenarie quarzose, gneiss, porfidi e porfiriti, quarzo, micascisti, gabbri e anfiboliti; sono le rocce che risultano essere le più resistenti anche in accordo colla tabella II[a]. Nelle morene del Riss sono invece più frequenti della media: calcari e dolomie, tonaliti e granodioriti, porfidi e porfiriti, micascisti, graniti e pegmatiti, arenaria di Sàrnico, dioriti, quarziti e calcescisti; cioè quelle che si erano rarefatte nelle morene del Mindel. Infine nelle morene Würm sono più comuni della media: calcari e dolomie, micascisti, graniti e pegmatiti, arenaria di Sàrnico, gabbri, anfiboliti, conglomerati calcarei, calcescisti; sono diminuite le rocce eruttive dell'Adamello ed i porfidi poichè, essendosi di molto abbassato il livello del ghiaccio rispetto al Riss, è venuta a mancare parte dell'apporto della grande plaga tonalitica situata in alto e del massimo affioramento di porfido ch'è al Monte Muffetto. Inoltre si osserva che le rocce più alterabili, quali i calcescisti ed i conglomerati calcarei, ch'erano totalmente assenti nelle morene Mindel ed abbastanza rappresentate in quelle Riss, assumono forte frequenza relativa nel Würm; analogamente si comporta l'arenaria di Sàrnico, debolmente marnosa.

Tutte queste differenze sono rappresentate in modo evidente anche nella fig. 18 da cui appare confermata in modo obbiettivo l'intima differenza di alterazione tra le morene delle tre glaciazioni. Precisamente essa è assai maggiore tra le morene M e le successive ma non meno indiscutibile tra le R e le W. Poichè le morene che hanno servito a compilare le statistiche sono state

---

(1) Le analisi petrografiche dei depositi delle varie morene si riferiscono allo strato corticale del deposito stesso: infatti le parti più profonde talora sono eguali per morene di varia età, anche per le più antiche quando sono cementate e quindi sottratte all'alterazione ulteriore.

TABELLA III.

Composizione petrografica dellle morene nelle diverse glaciazioni.

TIPI DI ROCCE	Media generale delle morene sebine (°/o su 519)	RAPPORTI tra le frequenze nel Mindel (°/o su 170) e la media generale	Riss (°/o su 222)	Würm (°/o su 71)
selce	0,8	2,2	0,6	—
quarzo	6,0	1,9	0,7	0,2
Verrucano	19,6	1,9	0,6	0,3
altre arenarie quarzose	8,7	1,5	0,7	0,6
gneiss	7,1	1,6	0,4	1,0
gabbri	2,3	1,8	0,6	1,2
anfiboliti	1,7	1,7	0,3	2,5
conglomerati calcarei	0,8	—	0,6	1,7
micascisti	5,8	1,0	1,1	1,0
calcescisti	0,4	—	1,2	3,5
calcari e dolomie	19,1	0,5	1,7	1,6
arenaria di Sàrnico	2,3	0,5	1,0	3,0
graniti e pegmatiti	5,4	0,5	1,3	1,8
tonaliti e granodioriti	10,4	0,3	1,8	0,7
dioriti	2,1	0,3	1,7	0,7
porfidi e porfiriti	6,2	1,0	1,2	0,4
quarziti	1,7	0,7	1,3	—

scelte unicamente in base alla loro posizione, ossia alla morfologia, ne risulta anche la coincidenza tra criterio morfologico e criterio petrografico nel distinguere i tre tipi di morene.

I risultati descritti si riferiscono all'insieme dei depositi di ogni glaciazione e quindi il loro valore è sopra tutto dimostrativo: tuttavia dallo studio particolareggiato delle morene, luogo per luogo, risultano abbastanza pochi i casi in cui si rimane incerti nel distinguere i depositi delle tre glaciazioni sebine. È ovvio che in altri distretti morenici le condizioni possono essere assai diverse da quelle sebine.

Un carattere importante nel giudicare la freschezza delle morene è la *striatura glaciale dei ciottoli*. Le rocce che presentano questo fenomeno sono sopra tutto i calcari e tra essi in grande prevalenza quelli d'impasto omogeneo e color grigio o nero; seguono a distanza le arenarie quarzose finissime e colorate del Trias (*Servino*). Mentre i calcari perdono rapidamente le strie e perciò si trovano striati solo nelle morene fresche (a meno che non si tratti di conglomerati), arenarie striate possono trovarsi anche nelle morene ferrettizzate, benchè assai rare.

Un altro elemento di grande importanza nello studio del morenico sebino è il *ferretto*. Questo suolo eluviale formatosi alla superficie di una morena o di un'alluvione ha una forte tendenza ad essere asportato ovunque vi è pendio, per accumularsi ai piedi di esso nelle concavità (*colluvium*); invece permane in posto sulle pianure e nei luoghi assai riparati. Pertanto in molti tratti dei versanti montani rocciosi e nelle vallette laterali della conca sebina il ferretto annidato negli anfratti delle rocce è spesso l'ultimo residuo di un antico deposito morenico. Ogni volta che mi trovai ad inseguire sui fianchi montani le tracce più alte del morenico residuo ebbi sempre ben chiara la domanda se quell'argilla rossa fosse ferretto o «terrarossa» eluviale formatasi a spese dei calcari. Perciò annotai sempre il tipo di terreno eluviale prodotto sulle varie rocce della serie mesozoica sebina in assenza di depositi glaciali. Riporto qui nella tabella IV^{a}, il riassunto di queste osservazioni.

I caratteri citati per l'*eluvium* di ogni roccia sono la somma di numerose osservazioni fatte in anni diversi e con differenti scopi, a parecchie quote e con varie esposizioni al sole. Non è risultata una correlazione sensibile colla direzione di soleggiamento.

Appare dalla tabella che le rocce rosse (Carnico, in parte

Liassico medio e superiore, Giurassico, *Flysch*), danno luogo ad *eluvium* più o meno rosso; invece tutte le altre, che pure sono calcari, producono *eluvium* grigio più o meno giallastro, oppure bruno se la roccia è essa stessa nerastra. Soltanto nella parte meridionale del Sebino i calcari bianchi liassici o cretacici (o

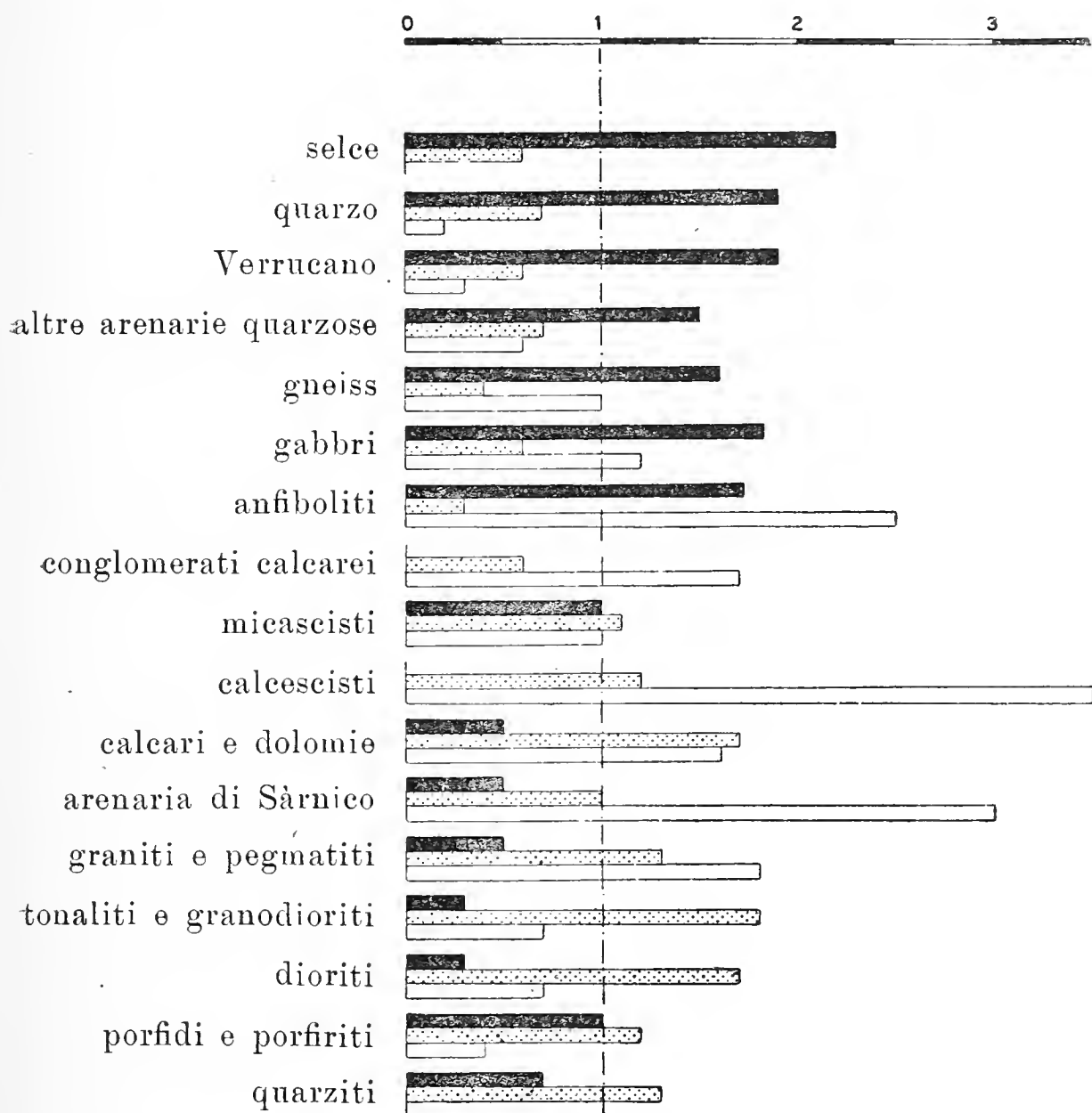



Fig. 18 — Frequenza delle rocce nelle morene sebine, espressa come numero di volte rispetto alla media. Mindel in nero, Riss in grigio, Würm in bianco.

loro conglomerati) danno origine a « terrarossa » tipica purchè si trovino ad altitudine inferiore a 400 m ca. La « terrarossa » da essi generata è sanguigna o di un rosso così vivo che mai il ferretto sebino prodotto dall'alterazione del morenico possiede, onde dopo un poco di pratica la distinzione diviene quasi sicura.

In parecchi luoghi del Sebino s'incontra ferretto sui calcari

in condizioni diverse da quanto appare nella tabella; in tali casi ho trovato assai spesso nel ferretto frammenti o ciottoli di rocce alpine ed anche negli altri casi questo ferretto risultò sempre ad altitudini singolarmente concordi con quelle raggiunte dai ghiacciai antichi.

Un carattere particolare dei terreni ferrettizzati sebini è quello di non essere sempre così rossi come in altri paesi, quali ad es. la Brianza. Ciò è causa d'incertezza da parte degli osservatori che provengono da quei territori. Però il fenomeno è soltanto parziale, come ho mostrato nelle singole descrizioni dei depositi.

Già Cacciamali (1907) aveva affermato che il ferretto dell'anfiteatro sebino ed in genere i terreni eluviali delle colline bresciane affacciate alla pianura, sono più rossi se esposti a S e più gialli se a N. Le mie osservazioni sui fianchi del Sebino confermano anche colà quelle di Cacciamali ed insieme mostrano che vi è ferretto rosso, tipico, anche in questo territorio, purchè si tratti di morenico ben soleggiato, ossia esposto a S o ad E specialmente sui pendii, come avviene in genere sul fianco sinistro di tutte le convalli occidentali e sui pendii di destra di quelle orientali. Questo fatto concorda anche colla formazione di « terrarossa », sui calcari non glacializzati, soltanto nelle fiancate meridionali del Sebino: qui infatti per il brusco angolo formato dal lago, tutte le montagne calcaree fanno fronte a S e la forte insolazione conseguente dà origine ad un' isola floristica di piante mediterranee.

Le morene rissiane offrono aspetti particolari ed una multiformità tale che si può dire sia questo uno dei loro caratteri più peculiari. La formazione di ferretto sembra quasi nulla sulle morene rissiane dei fianchi sebini e diviene invece manifesta negli anfiteatri; ma non avviene in modo uniforme su tutta la superficie bensì a luoghi, a chiazze, in quantità maggiore sui versanti esterni delle morene ed in modo da presentare in complesso una diminuzione graduale dalle morene più esterne a quelle più interne. Per effetto dell' altezza di questi cordoni morenici e della relativa ripidità dei loro fianchi, gran parte del ferretto formato viene dilavato dalle acque selvagge e deposto alle basi dei versanti o nelle cavità o nelle vallette interposte tra cordone e cordone cosicchè quasi sempre le parti alte delle morene rissiane sono prive di ferretto. Tuttavia spesso è possibile riconoscere tracce del ferretto dilavato annidate tra i sassi o nelle piccole cavità.

TABELLA IV. — *Terreni eluviali delle rocce mesozoiche sebine.*

Roccia	Altitudine m s. l. m	Tipo di eluvium
Marne ed arenarie rosse (Raibl.)	1000 - 1100	Terrarossa più o meno arenacea
Dolomia norica	200 - 1000	Scarsissimo; terra grigio-bruna o bruna
Calcari neri « infraretici »	200 - 400	Terra color cioccolatto
Marne nere del Retico inferiore	200 - 400	Argilla nerastra abbondante
Calcari retici da grigi a neri	600 - 1000	Abbondante terra argillosa bruno-grigia, da giallastra sino a color caffè
Calcari puri e dolomie bianche del Retico superiore sino a Hettangiano	600 - 1200	Scarsissimo; terra grigio-bruna sino a color caffè
Calcare marnoso grigio liassico (*Médolo*)	700 - 1100	Abbondante terra argillosa giallastra
Calcare marn. bianco liassico (*Médolo* bianco)	500 - 800	Terriccio giallo-bruno
Idem	200 - 350	Argilla color rosso vivo o sanguigno
Calcareniti del Lias superiore	700 - 900	Terra arenacea giallo rossiccia
Selci rosse e calcari rossi giurassici	300 - 700	Terra rossiccia o salmone, più o meno arenosa
Calcare bianco infracretacico	400 - 700	Scarso terriccio da bianco a grigio
Idem	200 - 400	Spesso terrarossa sanguigna
Calcare *Scaglia* bianco cretacico	200 - 650	Abbondante terra bianca o grigio-giallastra con pezzetti bianchi
Scaglia grigia e rosea (o *Flysch*)	400 - 500	Terra abbond. grigio-giallastra e rossastra
Arenaria sopracretacica	200 - 400	Terra arenacea giallastra o giallo-brunastra
Conglomerato pontico di calcare bianco	200 - 400	Terrarossa sanguigna

Nella descrizione delle morene, specialmente rissiane, ho usato molto la distinzione tra « limo bianco » o « limo grigio ». In realtà ho adoperato la parola « limo » in un senso assai lato poichè si tratta quasi sempre di un impasto di vero limo (impalpabile ma non colloidale) con sabbia a granulometria comprendente tutta la gamma. Mentre il vero limo è sempre bianco con varie mescolanze di giallo e di rosso nelle parti più o meno ferrettizzate, la presenza della sabbia in cui predominano i calcari grigi e scuri, conferisce alla miscela un colore più o meno grigio o cinereo se la morena non ha subito alcuna alterazione; se invece si è iniziato il processo di decalcificazione molti granelli sono sbiancati o rivestiti di calcite ed il deposito appare bianco, con successivi passaggi al gialliccio quando l'alterazione inizia la diagenesi dei minerali di ferro. Il processo della trasformaziono del limo dipende naturalmente da vari fattori oltre l'età delle morene: presenza d'acqua, insolazione, etc., ma è tuttavia un indice assai utile, insieme con gli altri, per distinguere e datare le morene.

I vecchi osservatori e specialmente il CACCIAMALI, nel giudicare l'età delle morene attribuivano molta importanza alla cementazione ch'esse talvolta presentano ed al suo grado più o meno forte. È stato abbastanza facile accorgermi della fallacia di questo criterio ma per meglio fondare il giudizio ho preso nota di tutti casi in cui si osserva cementazione nei depositi morenici. Il fenomeno appare di frequente in morene del Mindel, del Riss o del Würm come anche in detriti di falda, da premindeliani ad attuali, ed in depositi fluvio-glaciali o lacustro-glaciali: ma la frequenza con cui si presenta non è in rapporto coll'età dei terreni bensì colla superficie dei depositi (M : R : W = 1 : 3 : 1). Inoltre in tutti i casi (meno uno) il deposito cementato si trova sul percorso di un torrente o rio o sorgente o livello lacustre o falda acquifera, mentre non vi è conglomerato dove non c'è acqua; di ciò sono esempi espressivi: *a*) il Monte Isola, in cui non vi è flusso di acqua e così non v'è alcuna morena cementata; *b*) le gole dell'Oglio e del Longherone i cui fianchi scoscesi sono costituite da ghiaie conglomerate mentre a limitata distanza dal corso d'acqua la cementazione si annulla.

Un'altra opinione errata che si trova spesso espressa nella letteratura è che i ciottoli striati siano caratteristici della morena di fondo o che vi siano particolarmente frequenti. In tutte le mo-

rene insinuate o cordoni laterali anche i più alti, purchè non si tratti di depositi ferrettizzati, i ciottoli striati sono comunissimi, senz'alcuna eccezione, se vi abbondano i calcari scuri.

Sulle morene delle formazioni più recenti, che oltre ad essere poco o nulla alterate petrograficamente sono anche conservate nella loro forma esterna, è possibile indagare qualche problema morfologico.

Anzitutto si osserva che dove i pendii rocciosi sono troppo ripidi le morene mancano, anche se non vi sono fenomeni d'erosione, il che fa credere che non vi si siano mai deposte. Ciò avviene specialmente nelle zone dolomitiche: ladiniche, noriche ed infraliassiche.

In pochi luoghi, particolarmente adatti, si può osservare qual'è la pendenza-limite oltre la quale non fu deposta morena o ne fu deposto solo un velo sottile. Su una dozzina di casi diversi si ha un angolo limite medio di 33°,3 (pendenza = 0,66) con scarto medio relativo 11 %; questo risultato coincide col valore limite indicato dagli ingegneri per la stabilità dei pendii composti di detrito o morena con prevalenza di materiale minuto.

La frequenza dei pendii ripidi o ripidissimi nella conca sebina spiega dunque come il morenico vi debba essere stato deposto in lembi discontinui sin dall'origine, a parte l'effetto della successiva erosione torrentizia il quale è spesso nettamente delimitato.

Circa le superfici glacializzate ma sgombre di morena, desidero sottolineare che sono rarissimi i luoghi ove trovansi solcature glaciali sulle rocce: ne conosco qualcuno in val Camonica, ma nella conca sebina e nell'anfiteatro morenico, che ho percorso in tutti i sensi, ne ho trovato solo cinque:

— presso Greno, a S di Castro, sul conglomerato compatto che colà si cava e sulla dolomia norica;
— sulla costa, a N di Vello, presso il km 37 della strada litoranea, vicino alla casa « 258 », la dolomia norica presenta solcature con direzione SSE;
— sopra Sulzano (valle del Torr. Spino), tra S. Fermo e Tassano, sulla dolomia infraliassica;
— sopra le cave di arenaria a Sàrnico, alla bocchetta di altitudine 380 che sta al limite della tavoletta topografica, l'arenaria è arrotondata e solcata con direzione circa ONO;
— nell'anfiteatro morenico principale, a N del paese di Cremignane, vi è il noto affioramento di conglomerato ben cemen-

tato che ha superficie superiore pianeggiante, piallata e solcata dal ghiacciaio, con incisioni larghe anche come un pugno, dirette a S-18°-O; esse tagliano il conglomerato come se fosse omogeneo benchè vi siano insieme rocce assai diverse come calcari e *Verrucano*.

Nei cinque casi descritti, come del resto in tutti gli altri che ho potuto vedere in parecchie regioni glacializzate delle Alpi, i solchi si trovano su superfici orizzontali e quasi sempre assai profondi sotto il livello raggiunto dal ghiaccio.

Circa l'età di questi solchi è probabile che nel I, II e V luogo si tratti di effetto dell'ultima glaciazione; del III non si può dire nulla; invece i solchi di Sàrnico si trovano nettamente nella fascia del morenico ferrettizzato e forse si sono conservati soltanto perchè incisi in arenaria quarzosa.

La pendenza del terreno mostra la sua influenza pure nel dar luogo a depositi cordoniformi piuttosto che a terrazzi: lo stesso livello glaciale è rappresentato talvolta da cordoni che lateralmente si tramutano in terrazzi dove la pendenza del terreno aumenta.

Tutte le variazioni di livello dei ghiacciai si sono tradotte in terrazzi sovrapposti a scalinata. Questi sono separati da gradini di diversa entità: vi sono quelli di I° ordine (cioè con salti superiori a 10 m) e quelli minori, con gradini di 1-5 m. Questi ultimi sono innumerevoli e non possono venir perseguiti che su tratti brevi poichè si perdono ben presto.

In varie occasioni è stato elevato il dubbio che i terrazzi a scalinata siano opera dell'uomo e non dei ghiacciai, ma prendendo pratica di essi non si può dar credito a questa tesi. Anzitutto le dimensioni dei maggiori terrazzi lo escludono, inoltre si ha una dimostrazione inoppugnabile nella corrispondenza di quote tra quelli dell'isola centrale del Sebino e quelli delle due sponde (v. tab. I a pag. 275). Poi la loro struttura interna è di morena indisturbata, con figure di deposizione glaciale, massi erratici d'ogni misura e nessuna traccia di rimaneggiamento. Infine si trovano simili terrazzi o la loro continuazione, anche in luoghi impervii, non coltivati e boscosi, che sono tali da almeno 3/4 di secolo mentre nel frattempo il popolamento locale è aumentato. Tuttavia l'agricoltura e l'occupazione umana tende a facilitare la conservazione dei terrazzi.

I terrazzi glaciali sono più numerosi dove la pendenza generale è minore; i luoghi dove abbondano sono: il territorio di

Solto Collina, di Fonteno e di Tavèrnola, sul fianco O della conca sebina, ma sopra tutto il Monte Isola e le conche di Sale e di Sulzano sul fianco orientale; infine la cerchia principale dell'anfiteatro morenico.

Le vicende del Mindel e dell'interglaciale Mindel-Riss.

Diamo ora uno sguardo d'insieme ai resti della grande glaciazione del Mindel. Lo studio della petrografia delle morene (pag. 320) ha mostrato lo stato di grande alterazione dei suoi depositi confermando in modo obbiettivo quanto già era suggerito dalla osservazione del ferretto luogo per luogo: infatti vi predominano le rocce alpine resistenti, tutte le altre vi sono rare. Il contrasto di alterazione rispetto ai depositi successivi è forte ed assai evidente; il passaggio è quasi sempre brusco e non graduale. Le sovrapposizioni nette di morena fresca su ferrettizzata, che si hanno sopra Vìgolo (fig. 1) ed in Val Maggiore sotto Capra (fig. 4) mostrano che il processo di ferrettizzazione era già avvenuto prima dell'apporto delle morene fresche.

Nelle più alte morene fresche di alcuni luoghi del Sebino settentrionale si trovano residui interglaciali pre-rissiani, sia pure non vistosi, quali i massi di ceppo a N di Esmate (M. Clemo) ed a Cidrina (Zone), le croste di ceppo interglaciale al Santello 703 di Fonteno; essi provano un ritiro dei ghiacci da tutto il Sebino. In base a tutti questi fatti non credo si possa negare che le morene ferrettizzate appartengono ad una glaciazione diversa ed assai più vecchia di quella della cerchia principale. Poichè a quest'ultima ha fatto seguito, come si vedrà, un'altra glaciazione, se ne conclude che quella ora in esame fu la terz'ultima, ossia adottando la suddivisione di Penck, la glaciazione di Mindel.

Se si studia la distribuzione del morenico ferrettizzato lungo la valle sebina e l'anfiteatro, risulta chiaro che anche i residui più elevati si allineano secondo una superficie (fig. 19) alta 300 ÷ 400 m di più di quella ben conservata del cordone principale (rissiano): 300 (1350) [1] al Monte Vàltero, ingresso N del lago, 400 al Colle del Zuf (1250) ed al Passo del Coletto (1200), posti circa l'uno rimpetto all'altro nella sezione Zone-Fonteno, 325 (800) nella valle di Predore, 300 (650) ove il ghiaccio traboccava in pianura e precisamente sia sui monti d'Iseo (a sinistra),

[1] Sono poste tra parentesi le quote sul livello del mare.

sia sul Monte Alto (in centro) sia alla Forcella (a destra); dopo altri 8 km il ghiaccio arrivava ancora a 320 m s. l. m. lungo il bastione del Monte Orfano e infine a 14 km dal Monte Cognolo, verso SE, arrivava a 190 sulla Badìa [1]. Questi dati così coerenti tra loro, mostrano che si può ritenere per buono il valore della ricostruzione di fig. 19 ed insieme che da quei lontani tempi nessun evento tettonico importante può avere dislocato i depositi morenici a meno che non si trattasse di un moto verticale d'insieme.

Nella suddetta ricostruzione ho tenuto conto dei massi erratici più alti e (solo per Predore) del ferretto più alto. Ma se si considerano solo quei depositi che hanno conservato una struttura morenica vera e propria, e talvolta persino la forma, si osserva ch'essi cominciano a quote assai più basse, indipendentemente dalle condizioni morfologiche del substrato più o meno propizie alla conservazione delle morene. Si direbbe che le morene che lasciarono i massi ed i residui più alti erano già assai demolite quando si deposero le morene ferrettizzate più basse, oppure che sono state demolite assai più in fretta. Anche nel territorio dell'anfiteatro i residui di cordoni ferrettizzati comprendono una zona, (tutta in giro ed al di fuori della cerchia principale rissiana), ch'è omogenea come conservazione e come estensione, invece i pochi residui dell'espansione massima sono assai più esterni, o più alti sul M. Orfano, e sono sporadici. Infine ancora, le morene ferrettizzate stesse presentano pure un certo numero di ciottoli calcari e d'altre rocce alterabili, specie nelle parti pianeggianti come certe vallette e l'anfiteatro; invece i residui morenici sporadici sono sempre di rocce alpine resistenti. I nostri vecchi predecessori consideravano questo morenico sparso come dovuto ad una «fugace» massima espansione glaciale; visti con occhio moderno questi fenomeni suggeriscono invece due distinte fasi d'invasione glaciale o fors'anche due glaciazioni distinte. Però quest'ultima possibilità contrasterebbe con i risultati ottenuti nei territori glaciali più

[1] Nello studio di MOEBUS è rappresentata una superficie di massima elevazione della lingua glaciale per il fianco destro identica alla suddescritta ed estesa sino a Palazzolo, ma l'A. l'aveva attribuita all'ultima glaciazione pur avendo scritto altrove che i depositi di questa cessano a Paràtico e ad Adro. Inoltre egli non si era accorto che se il ghiacciaio arrivò a Palazzolo tutto il Monte Alto doveva essere stato sommerso, come infatti è avvenuto.

ad occidente del Sebino, in base ai quali le glaciazioni premindeliane ebbero minore estensione e sopratutto col fatto, risultato dallo studio delle pianure (pag. 314), che depositi pre-mindeliani di anfiteatri meno estesi esistono effettivamente ad una certa profondità sotto la pianura di deposizione mindeliana. Perciò ritengo più probabile che i due tipi di morene ferrettizzate descritti siano i resti di due fasi mindeliane.

I pochi resti mindeliani che ancora rimangono non permettono di ricostruire molto degli apparati morenici di quella glaciazione. Rimane oscuro se vi era un Sebino o se vi erano altri minori laghi; si ricavano solo vaghe idee circa i fiumi di allora.

Quando il ghiacciaio mindeliano della prima fase raggiunse la sua massima estensione esso aveva uno sviluppo veramente imponente (fig. 19 e 20). Non soltanto travalicava dalla Forcella di Sàrnico, ma riempiva al di là quasi tutta la Val Maggiore (fig. 4), la bassa Valle Adrara e tutta quella

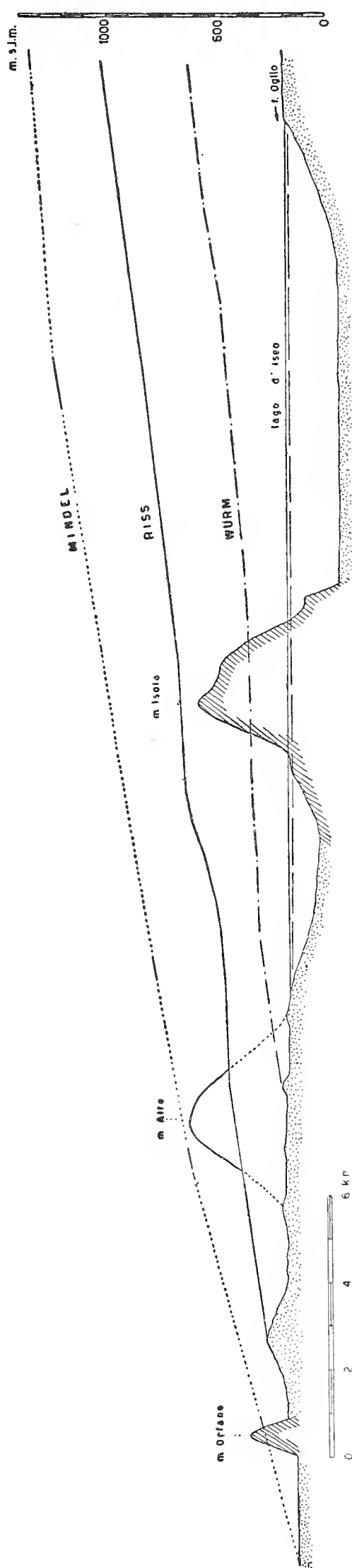



Fig. 19 — Sezione del lago d'Iseo e dell'anfiteatro della Franciacorta, disegnata lungo l'asse dei ghiacciai sebini. Le altezze sono cinque volte le lunghezze. Sono segnati gli andamenti delle massime espansioni del Mindel del Riss e del Würm ottenuti collegando i più alti residui (massi isolati o ferretto sparso) per il M, riunendo i lunghi tratti di cordone morenico fresco più alto per il R, congiungendo tutte le morene inalterate e morfologicamente intatte per il W. I collegamenti colle cerchie moreniche dell'anfiteatro sono qaali si osservano realmente.

ch'è oggi la pianura a N di Credaro; in corrispondenza di questo paese aveva ancora l'altitudine di 400 almeno. Se nulla è rimasto dopo la Forcella di Sarnico a testificare dove era l'orlo O del ghiacciaio, indubbi sono invece i residui sul Monte Alto, a Palazzolo e sul Monte Orfano. Questa collina allungata doveva essere quasi sommersa e parzialmente avvolta anche a SO dal mantello glaciale, la cui fronte ad E di Rovato non ci è dato di conoscere. Solo si è visto ch'essa doveva sbarrare da S, presso Ponte Cìngoli, la gola di Corneto e poichè nella valle del Cùrtelo (Iseo) aveva altitudine 650, era inevitabile che il ghiacciaio penetrasse nelle insenature di Monticello Brusati riempiendole completamente o quasi. Infine al suo estremo SE esso era contenuto dalla cresta del colle della Badìa, in vista di Brescia.

Questa enorme lingua glaciale si estendeva dunque nella pianura, appena più bassa dell'attuale, con una fronte di 25 km tra le colline bergamasche e quelle bresciane, senz'alcuna interruzione salvo uno strappo in corrispondenza del Monte Orfano (fig. 21).

Non è dato sapere se questa glaciazione abbia durato a lungo o no, ma certamente molto tempo è trascorso prima che sopraggiungesse la nuova ondata, perchè allora quasi tutto il deposito della prima era già stato asportato.

A quanto sembrerebbe dai più antichi terrazzi dell'Oglio posti tra le colline rocciose bergamasche ed il corso attuale del fiume, un corso d'acqua, forse singlaciale, ha deposto ghiaie ad altitudine di 235 tra Trebecco e Tagliuno. Quell'antico Oglio, dopo il ritiro dei ghiacci, dev'essersi spostato gradualmente verso E demolendo le morene; prima dell'arrivo della II^a^ fase del Mindel questo fiume (o un suo affluente) passava da Capriolo a 224 e scorreva presso Adro verso SE, cioè a N del M. Orfano. Una quota così alta esige che allora non esistesse il lago Sebino oppure ch'esso avesse un incile assai alto; vi è anche l'ipotesi che allora vi fossero due laghi minori occupanti due cavità vallive distinte e parallele, ipotesi che Cacciamali (1907) formulò per l'interglaciale R-W, ch' egli non era riuscito a ricostruire.

Mentre della prima fase mindeliana esistono quasi soltanto sporadiche tracce, della 2^a^ sono rimaste varie morene e cordoni morenici; il più esterno, appoggiandosi al lato occidentale della collina di Monticello B. e del Monte Valenzano, ove raggiungeva altitudine 285, tramutò le tre vallette di Torre, di Ome e di Corneto (sbarrata a S dal Mindel I°) in conche lacustri, come si

è visto a pag. 254. La cerchia si estendeva poi (fig. 20) alla stazione di Paderno, a Barco ed a Rovato, poi a Zocco e ad Adro, restando qui distinta dal lobo occidentale. Le morene di quest'ultimo sono state fatte scomparire completamente, dall'azione fluviale posteriore, in tutta la valle dell' Oglio tra Capriolo-Paràtico e Tagliuno-Credaro (ove però ne sono rimaste le tracce), invece residui abbondanti hanno resistito sui margini dei monti. Tra Credaro e Gandosso la fronte del Mindel II° si estendeva al rio di valle Aolempia e chiudeva un laghetto a casc. Tolari-Cellàtica (fig. 3). Allo sbocco di val Foresto, cioè a N di Villongo S. Filastro, il morenico giungeva a 275 e di qui a S. Alessandro risaliva sino a 300 ed oltre. Dovevano dunque essere sbarrate sia la valle di Foresto sia quella di Adrara e ciò diede origine a due laghi.

In base a questi dati dati si può ammettere come probabile che la fronte del Mindel II° a S di Credaro si estendesse non più che tra Caleppio e Capriolo.

Appare dunque che la fronte del ghiacciaio Mindel II° dette origine ad una collana di laghi di sbarramento che ebbero poi tutti analoga storia; si riempirono man mano nell' interglaciale e contemporaneamente erosero le rispettive soglie; essi portarono a termine questo processo indisturbati dai successivi avvenimenti glaciali, ad eccezione del lago di Adrara. Levy, in base alle sue ricerche allo sbocco di val Foresto e Valle Adrara, sostenne che entrambi i laghi relativi si dovevano all' interglaciale R-W in quanto gli risultava che l'argilla di val Foresto è sostenuta da una morena « antica » e ricoperta da una recente Ma, come s' è visto, nel caso di Foresto è mindeliana anche la morena sovrastante cosicchè la sottoposta sarebbe da attribuire alla fase che precedette il Mindel II°; nel caso di Adrara poi, la morena sovrastante è rissiana (pag. 272) e nulla si è rinvenuto di sottostante, ma il riempimento del lago è anteriore all' arrivo del Riss

Durante il M. II° l'Oglio scorreva divagando tra Tagliuno (225) e Capriolo (219); in seguito migrando verso E, incise nelle sue alluvioni il II° gradino (pag. 303) ed erose di fianco le morene del M. II° tra Adro ed il M. Orfano. Più a monte la sua via preferita era tra Credaro ed il corso attuale. Anche l'affluente Uria in tutto il periodo anteriore al Riss formò due terrazzi come l' Oglio (fig. 16) sia in val di Foresto sia a SO di Solarolo.

Nell' anfiteatro principale è probabile vi fosse un altro corso

d'acqua, predecessore del Longherone, poichè la presenza della collina calcarea diBorgonato deve aver provocato, come avvenne poi nel Riss, la suddivisione della cerchia in due parti con passaggio aperto tra l'una e l'altra.

Oltre il cordone più avanzato deposto nella fase culminante del Mindel II° vi fu anche tutta una serie di cordoni mindeliani più interni, descritti nei capitoli di pag. 241-54, di cui almeno quello di Sergnana ebbe altitudine sui 340, ma probabilmente anche gli altri erano alti poichè ora appaiono tutti ridotti a lievi ondulazioni anche quelli di cui vi è prova che alti erano. I cordoni di cui sono rimaste tracce riconoscibili sono in numero di 4 nel tratto orientale, 3 nel centrale e 6 nell'occidentale: stando alla disposizione geometrica è possibile corriferire tra loro le tre parti ottenendosi una serie completa di 8 cordoni almeno, ma se il collegamento geometrico fosse solo un'apparenza il loro numero non sarebbe comunque inferiore a 6.

L'interglaciale M-R fu abbastanza lungo da alterare profondamente i depositi mindeliani già prima che intervenisse il Riss (che li ricoperse già ferrettizzati) e da asportare quasi completamente tutti i depositi che non erano riparati in cavità o pianura. Fu dunque lunghissimo in confronto di ciò che avvenne tra il Riss ed il Würm, nel qual periodo e sino ad oggi, grandissima parte delle morene rissiane sono rimaste ancora in posto e sono state ferrettizzate solo assai poco (v. anche a pag. 324).

Eppure durante questo lunghissimo interglaciale il fiume Oglio con tutti i suoi affluenti a N di Credaro, riuscì ad approfondirsi nella sua pianura di una dozzina di metri soltanto. Si potrebbe immaginare che o non c'era il lago d'Iseo o era assai alto il suo livello o infine che le rive di questo lago erano alquanto più a N delle attuali ed un'ampia barriera le separava dal piano.

Le vicende del Riss e dell' interglaciale Riss-Würm.

Uno sguardo d'insieme ai depositi della glaciazione Riss è reso facile da ciò che la sua avanzata massima è contrassegnata torno torno al Sebino dal caratteristico cordone alto non ferrettizzato ed in tutto l'anfiteatro dall'imponente cerchia principale. Più che ogni descrizione valgano a sintetizzarla le fig. 8, 9, 11, 12, 20 e 21.

Dopo l'espansione massima vi furono numero oscillazioni delle fronti rissiane, le quali hanno lasciato traccia di sè nei ter-

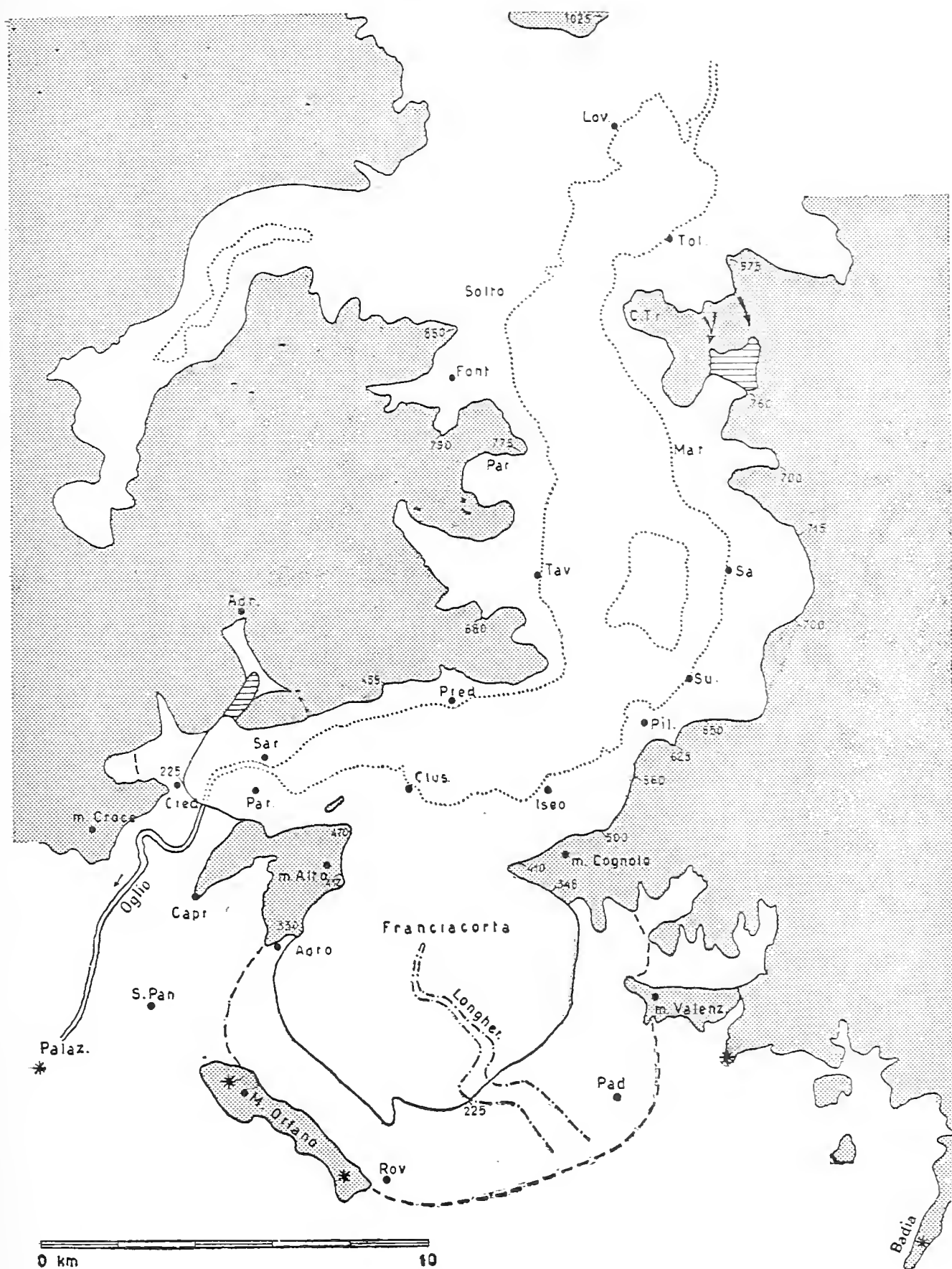



Fig. 20 — Massimo sviluppo del ghiacciaio rissiano (*linea intera*). In grigio sono i monti che lo contenevano. Con linee punteggiate sono indicati: il lago d'Iseo, la sua Isola, il lago di Endine in Val Cavallina. Il contorno del ghiacciaio in quest'ultima valle è ricavato da VENZO (1945 e 1949). In alto della carta, verso NO, si diparte la lingua di Val Borlezza, che si congiungeva col ghiacciaio di Val Seriana. Sono disegnati a righe orizzontali i laghetti singlaciali di Zone e di Adrara. La *linea tratteggiata* rappresenta il massimo sviluppo della fronte mindeliana (IIª) nell'anfiteatro principale, come risulta dai cordoni; nell'anfiteatro di Paràtico, percorso dall'Oglio, non ve n'è quasi più traccia. Gli asterischi indicano la posizione ove si trovano alcuni dei più significativi residui di un'espansione anteriore (Mindel I° ?): erratici a Ponte Cingoli e Badia (lato Est) e sul M. Orfano (centro), morena a Palazzolo (lato Ovest).

razzi e cordoni delle convalli sebine e nei cordoni e cerchie interne dell'anfiteatro. Già alle pag. 280 e segg. si è mostrato come si possano distinguere i depositi rissiani da quelli würmiani in base alla alterazione, morfologia e tracce interglaciali. In totale, nella regione centrale del Sebino ho distinto 14 terrazzi e cordoni rissiani (tab. I a pag. 275); nell'anfiteatro della Franciacorta, in base ad osservazioni e criteri affatto indipendenti, mi sono risultati egualmente 14 cordoni rissiani (fig. 12 prof. 7°); conferma ulteriore, quanto inattesa, della bontà dei risultati raggiunti.

Vogliamo ora ricostruire le vicende dell'interglaciale R-W nell'anfiteatro e così fornire una prova ulteriore circa la distinzione tra R e W. La cerchia principale dell'anfiteatro presenta diversi varchi ed interruzioni la cui origine é certamente anteriore al W: infatti tutte le cerchie interne alla principale raggiungono altezze minori di questa, con differenze da alcune diecine di metri nell'anfiteatro di Paràtico sino a 75 ÷ 100 m in quello della Franciacorta; nessun corso d'acqua uscente dalle cerchie interne avrebbe dunque potuto intaccare l'alta cerchia principale. I dodici varchi che la secano profondamente sono tutti necessariamente d'origine singlaciale rissiana (a), ma alcuni di essi potrebbero essersi approfonditi di poi durante l'interglaciale R-W (b), abbassando il fondo a quota non superiore a quella dell'area interna rissiana; infine (c) qualche varco dovrà pure essere stato attivo durante il W e dopo, per permettere lo sfogo delle acque.

Anche se per eccesso di prudenza si assumesse per würmiana la cerchia più alta dopo la principale, ossia quella di Fontane-Borgonato-Nigoline, resterebbero dunque esclusi dalla categoria c) tutti i passi a quote superiori a 235-230 nell'anfiteatro della Franciacorta ed a 230 in quello di Paràtico, mentre sarebbero sospetti di appartenervi il passaggio del Longherone nella Franciacorta (ove tutti gli altri varchi hanno quote decisamente superiori [1]) e tutti quelli del lato di Paràtico.

---

[1] Il passo di casc. Sala a N di Pedergnano, ha una quota di 238; esso però è certamente di categoria a). Infatti appena a N di esso vi è un minuscolo specchio d'acqua, residuo di laghetto intermorenico compreso tra il passo ed un piatto cordone morenico facente parte della cerchia principale stessa: questo passaggio singlaciale rissiano è rimasto dunque indisturbato nello stato in cui era prima che fosse terminata la formazione della cerchia principale.

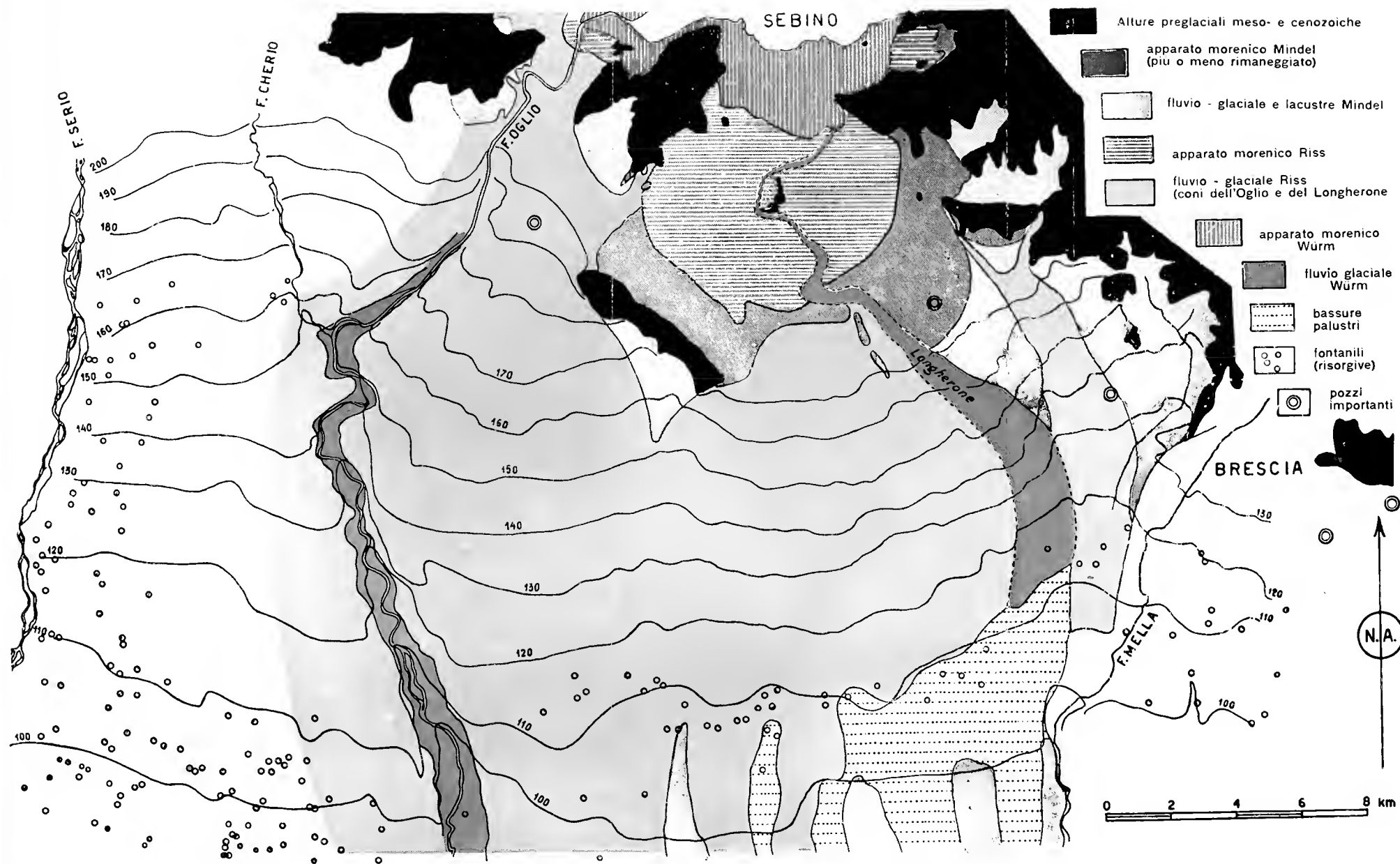



Fig. 21 — Schema della pianura fluvioglaciale dell'Oglio e del Longherone.

Il Longherone possiede una vera valle erosiva a tipico letto fluviale la quale taglia anche la cerchia di Nigoline. Il corso d'acqua che l'occupava si è trovato a passare, durante la sua evoluzione, sia a O sia ad E del colle roccioso di Borgonato, interno alla cerchia principale: la via ad E ha durato per un tempo più breve ed il fiume, che ha eroso le morene per pochi metri approfondendosi solo sino a 215, non è riuscito a formarsi un letto ben regolare poichè ha dovuto cedere le sue acque al ramo di O che si è incassato di una diecina di metri di più.

Questo Longherone è stato dunque modificato nel periodo R-W, quando esso era un fiume emissario di un lago (come si vedrà a pag. 342); e forse anche più tardi. Prima di approfondirsi, il varco del Longherone singlaciale doveva avere il fondo a quota non inferiore a 220-225, a giudicare dal terrazzo ch'è rimasto lungo tutto il suo decorso e particolarmente al piede esterno della cerchia principale tra Calino e Bornato: era comunque il più basso dell'anfiteatro della Franciacorta.

Quanto ai varchi nella cerchia principale di Paràtico (fig. 8) non può certo considerarsi forma singlaciale rissiana conservata tal quale la gola dell'Oglio (180), e neppure la valletta di Vanzago (211) o quella tra Pàratico e Castello (199), come si vedrà a pag. 344.

Infatti è già tipicamente fluviale la valletta abbandonata di S. Pietro, che ha soglia a 222 cioè più alta delle precedenti ed ha forma incompatibile con quella di un torrente singlaciale. L'unico varco che conservi tuttora condizioni tali da poter essere ritenuto singlaciale inalterato è quello di Credaro (225) (naturalmente non c'erano i terrazzi dell'Odria). L'assenza di morene della cerchia principale tra il Montecchio ed il cordone di Q. 276 che sbarra la Valle Adrara, si spiega coll'azione dilavante che il torr. Guerna deve avere esercitato tangenzialmente sulla fronte morenica di questo tratto; lo stesso Guerna insieme coll'Odria dovevano poi passare ad O del Montecchio.

Il passaggio in questione è un ripiano di altitudine 225 che come si è visto a pag. 308 fa parte del terrazzo III°: quello che a destra dell'Uria (ove lo si era già riconosciuto per singlaciale) discende da 250 (E di casc. Calvarola) a 225 presso la confluenza Uria-Udriotto e che poi qualche kilometro più a valle costituisce il terrazzo del cimitero 213 che sta a S di Tagliuno. Lo stesso terrazzo, in riva sinistra dell'Oglio, ha quota 212 a casc. Vezzoli presso Capriolo.

Su questa pianura dovevano congiungersi le acque singlaciali dell'Odria-Guerna e dell'Oglio cariche di alluvioni; precisamente l'azione erosiva dopo l'acme rissiano ha avuto inizio ad una quota che è quasi la stessa che or ora ho indicato aver servito di base anche al Longherone.

Entrambi questi fiumi, e fors'anche le tre vallette ad oriente dell'Oglio, debbono dunque aver agito insieme da veri emissari e quindi in presenza di un lago sebino cataglaciale ed interglaciale.

Se appare insolita la presenza di più di un emissario uscente da un solo lago, tuttavia è abbastanza probabile che durante il periodo del ritiro rissiano la portata delle acque fluenti attraverso il lago che si allargava fosse maggiore dell'attuale poichè a parità di precipitazioni vi era il contributo del consumo di ghiaccio. Inoltre vi è da osservare che il territorio ove s'installarono gl'incili del lago era stato formato dal ghiacciaio (cioè da un agente assai diverso da quelli soliti) il quale vi aveva costruito una pianura, ossia un livello costante di sbocco. Gli emissari, partiti tutti insieme, parteciparono ad una gara di velocità d'erosione durante la quale essi si esaurirono uno dopo l'altro per lasciare la vittoria al più approfondito, l'Oglio.

Il Sebino cataglaciale Riss deve avere iniziato dunque la sua vita ad un livello tra 225 e 220 cioè tra quelli del varco di Credaro e del primo installarsi dei due grandi fiumi. L'uniformità del livello d'inizio nei due anfiteatri e l'esaurirsi del Longherone prima dell'Oglio mostrano che doveva trattarsi di un solo lago, e non, come riteneva Cacciamali (1907) di due, ognuno servito da un fiume emissario dei quali il Longherone sarebbe poi stato eliminato al sopravvenire della glaciazione Würm. Vedasi a pag. 347 come il Longerone fu invece attivo anche dopo il W.

Poi l'erosione delle soglie avrà abbassato il livello del lago e formato le gole dei fiumi. La molteplicità dei terrazzi fluviali, corrispondente a quella dei terrazzi glaciali sui fianchi montuosi del Sebino ed a quella dei cordoni morenici che hanno contribuito a formare la cerchia principale dell'anfiteatro in pianura, dimostra che l'erosione fluviale ha proceduto a strappi in rapporto coll'avanzare e regredire dei ghiacci: ad ogni ritiro una fase d'erosione, ad ogni avanzata una d'arresto o di deposizione entro la valle scavata prima.

Le alluvioni trasportate hanno costituito due grandi coni di dejezione, uno dell'Oglio ed uno del Longherone, che si toccano lungo la linea N-S: Coccaglio-Castelcovati. La forma quanto mai

tipica di questi coni appare già dalle isoipse che ho ricavate dalle carte 1 : 25000 (fig. 21).

Le dimensioni del conoide del Longherone sono simili a quello dell'Oglio e sono quindi in rapporto coi caratteri di vero fiume che presentano il suo letto abbandonato e le sue anse. Il Longherone, uscendo dalla cerchia principale attraverso la stretta di Bornato, ha sventagliato i suoi depositi tra la linea Cazzago-Rovato-Coccaglio-Castelcovati ad occidente e quella di Paderno-Castegnato-Roncadelle ad oriente: ciò è apparso chiaro dalla descrizione dei depositi in questo spazio. Inoltre tra Roncadelle e poco a S di Castelcovati si estende la linea dei suoi « fontanili » che indica la fine dei depositi ghiaiosi (v. Foglio geologico « Brescia ») formando una curva convessa a Sud.

Analogamente, ad O del M. Orfano, l'Oglio ha sparpagliato le sue alluvioni tra Capriolo-Adro-Spina-Coccaglio-Castelcovati ad E e Tagliuno-Telgate-Mornico-Martinengo ad O. Anche in questo caso la linea dei « fontanili » permette di delimitare il cono di dejezione rissiano mediante un grande ovale che dalla giunzione di Castelcovati, per Torre Pallavicina, Antegnate, Romano e Martinengo finisce a Mornico formando angolo coll'analoga linea del Serio (fig. 21).

Mentre sul Foglio « Brescia » Cozzaglio non ne dichiarò l'età esplicitamente, in altri lavori (1915) disse rissiani i conoidi fluviali deposti sulla vastissima piana cretosa ch'egli, d'accordo con Cacciamali, definì mindeliana.

Nessun corso d'acqua significativo è mai passato dopo il M II° nel corridoio compreso tra la cerchia principale ed il M. Orfano, ossia tra Zocco di Sopra e Rovato e neanche tra Rovato e Cazzago eccetto alcuni ruscelli singlaciali R.

Lo stesso vale per il varco della cerchia principale a N di Pedergnano, come si è mostrato a pag. 340 (nota). Perciò non si può accettare la rappresentazione del foglio « Brescia » che indica il maggior scaricatore singlaciale come passante subito ad E di Rovato e diretto a SE [1].

---

[1] Quella rappresentazione tende ad accreditare l'idea di Cozzaglio che tutti i corsi d'acqua provenienti dal Sebino deviassero a SE appena usciti in pianura per effetto di un gradino del sottosuolo che, in corrispondenza del Sebino avrebbe abbassato dopo il Mindel la pianura bresciana rispetto a quella bergamasca. Ciò non appare confermato dalla forma dei coni di dejezione (fig. 21).

Riassumendo, esternamente alla cerchia principale si distinguono tre tipi di pianure: (*a*) resti di pianure M-R intatte e di paesaggi morenici mindeliani penepianati; (*b*) territori M-R rimaneggiati solo qua e là da piccoli scaricatori glaciali rissiani, quali il territorio esterno all'ala orientale della cerchia sino alla linea Bornato-Gussago, poi a N di Cazzago-Rovato sino alla linea Zocco di Sopra-Adro. (*c*) La vera e propria pianura dei conoidi rissiani gia descritti. Tutte queste pianure sono oggi coperte di ferretto che quasi dappertutto ha potenza di 1-1,5 m.

L'attività dei fiumi post-rissiani ha scavato i terrazzi descritti alle pag. 300 e 303 e con ciò ha abbassato la quota d'incile del lago d'Iseo sino al sopravvenire della nuova glaciazione di Würm. Ma come distinguere quali sono i terrazzi würmiani?

Quando il Longherone ha cessato di fungere da fiume nell'interglaciale R-W, l'incile del lago ch'esso scaricava era presso la stazione di Borgonato, all'altitudine 208, però s'ignora a quale punto del R-W ciò sia avvenuto mentre non va dimenticato che il Longherone ha ripreso per qualche tempo la sua attività anche dal Würm in poi. Rivolgendo l'attenzione piuttosto al minore anfiteatro di Paratico (fig. 8) si ricordi che lo smembramento della cerchia principale, conglomerata e ferrettizzata, è avvenuto prima che si deponesse la cerchia würmiana, sciolta e fresca, che infatti è più bassa della prima di alcune diecine di metri. Vallette come quelle di Vanzago, di Puncine e di S. Pietro, per non dire di quella dell'Oglio, debbono dunque essere state scavate nell'interglaciale R-W (v. anche pag. 341-2) ed eventualmente soltanto approfondite nell'Olocene, quando si è riformato il Sebino. Si è visto pure (pag. 297) che dal Würm in poi il lago non può avere avuto quota superiore a 215. Perciò delle tre suddette vallette almeno quella di S. Pietro, che ha incile a 222, è rimasta certamente intatta da prima del W. Il suo sbocco verso l'Oglio è a 214-213; questo fiume dunque doveva avere allora un livello non superiore a tanto.

Ma è facile osservare che la valletta di S. Pietro è assai angusta ed è la meno approfondita delle tre; deve dunque aver cessato di funzionare prima delle altre, che per di più sono scavate in conglomerato ed in parte anche in roccia. Di esse, quella di Vanzago, che ha l'incile a 211, non può essere stata approfondita nel glaciale W e nel postglaciale dato che sul suo fondo pianeggiante si trova ferretto potente sino a 2 m; frutto della

attività in questi periodi è soltanto il piccolo letto lasciato in fondovalle da un piccolo corso d'acqua. Perciò lo sbocco della valletta di Vanzago, pensile sulla valletta centrale di Puncine ad una quota 195 ca., doveva essere, prima del W, poco diverso dall'attuale. E siccome la gola più profonda era quella dell'Oglio in cui tutte le altre sfociavano, questo fiume avrà avuto il letto a quota di almeno qualche metro inferiore a 193. Orbene, rimpetto allo sbocco di queste vallette, sul lato sinistro dell'Oglio, vi è la gradinata di terrazzi erosivi già descritti, tra Credaro e l'ansa di Mussiga (pag. 309): essi hanno tutti quota superiore alla suddetta eccetto quello di altitudine 185 (VIII°) che è ancora ferrettizzato, mentre sotto di esso il IX° non lo è più.

L'VIII° terrazzo, cioè dunque l'ultimo terrazzo rissiano, testimonia che l'Oglio aveva già approfondito il suo letto sino a 10 m sopra l'attuale quando intervenne la glaciazione würmiana e sbarrò tutte le gole di efflusso. Il paesaggio esterno alla cerchia principale conserva dunque quasi soltanto forme rissiane (fig. 21), di qui la sua uniformità di alterazione.

Prima dell'ultima glaciazione anche il paesaggio della Franciacorta presentava in definitiva un aspetto quasi uguale all'attuale eccetto per l'assenza dei bassi cordoni morenici interni würmiani. Vi era un lago sebino che giungeva solo una diecina di metri sopra l'attuale, ossia a 195. Vi era l'Oglio, unico emissario ancora attivo dopo il disseccamento delle varie altre vie, ed esso scorreva in fondo alla gola di ora, sul terrazzo che ora è penultimo.

Le vicende del Würm e l'Olocene.

Si è visto come al sopravvenire della glaciazione W il sistema lacustre-fluviale formatosi durante le alterne vicende del R e del periodo interglaciale R-W, era già altamente evoluto ed assai simile all'attuale. Se ne può avere una prova ulteriore osservando la planimetria della cerchia würmiana di Paràtico-Sárnico (fig. 8): il ghiacciaio, penetrando nella gola dell'Oglio, già esistente, potè formare una punta avanzata, con vertice presso Fosio.

Dunque le nuove morene würmiane, sopratutto coll'arco più avanzato di Timoline-Paràtico, sbarrarono il sistema di valli fluviali formate nell'interglaciale R-W, valli emissarie di un lago sebino il cui livello era già sceso sino ad una diecina di metri

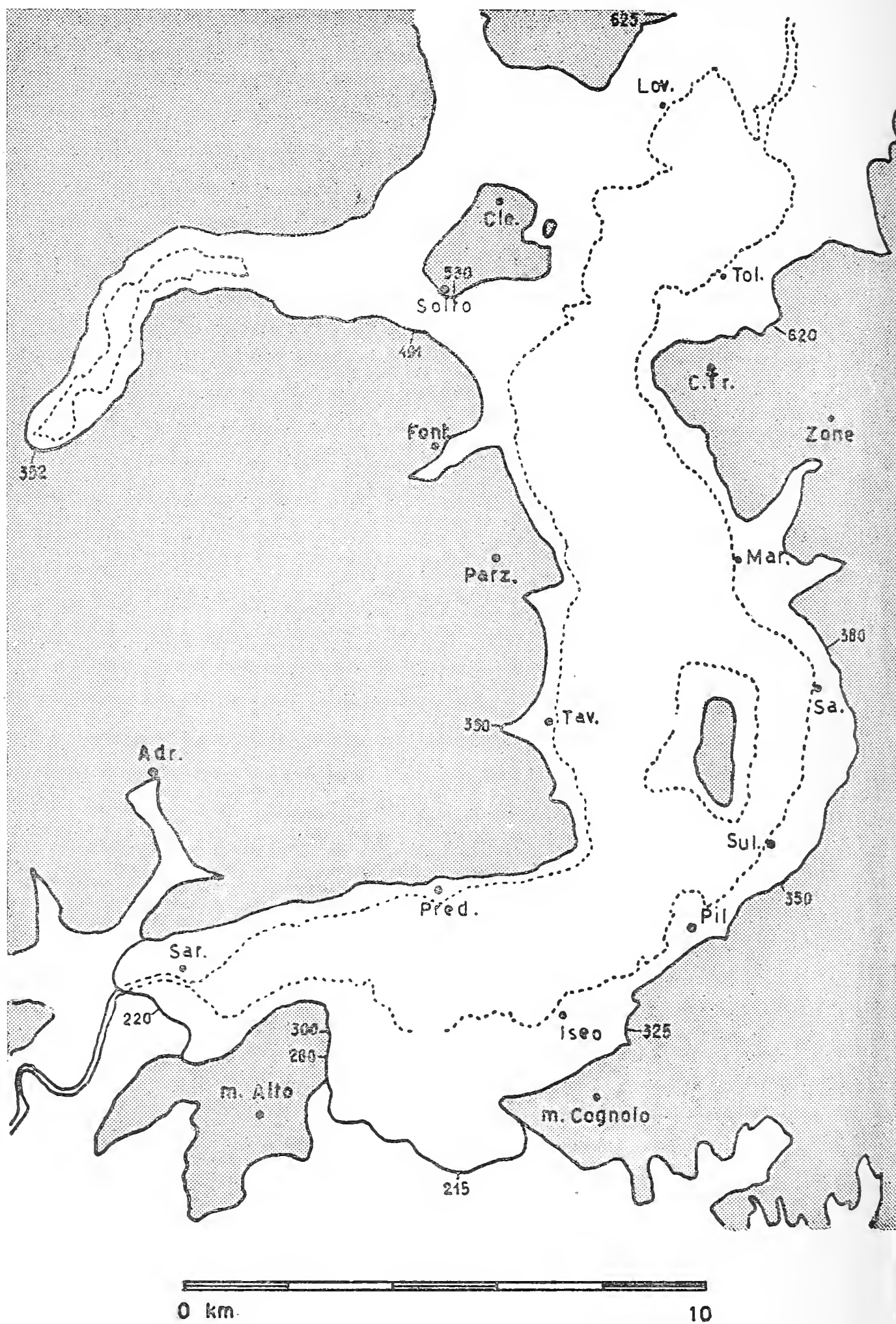



Fig. 22 — Massimo sviluppo della lingua glaciale sebina durante il Würm. In gri[gio] sono i monti che la contenevano e quelli emergenti dal ghiaccio. Con linee pu[n]teggiate sono indicati: il lago d'Iseo attuale, la sua Isola, il lago d'Endine [e la] Val Cavallina. In quest'ultima valle penetrava una lingua diffluente; un'altra [di]retta verso NO occupava la Val Borlezza, il suo inizio appare in alto nella figu[ra].

sopra l'attuale. La valle del Longherone, quella dell'Oglio e le sue succedanee di sinistra ossia quelle di Puncine, di S. Pietro e di Vanzago, rappresentano i relitti di quel vecchio sistema che è rimasto conservato in gran parte inalterato, salvo le modifiche causate da un ulteriore approfondimento di alcune di esse. Al ritiro dei ghiacci würmiani (pag. 297) si riformò il lago, l'attuale, contenuto dalle nuove morene ad un livello 213-214, più alto di quello interglaciale le cui tracce erano state distrutte dal ghiacciaio.

La presenza di varve nelle argille inferiori del bacino di Zenighe lascia dedurre che le acque del lago 213-214 si trovavano in vicinanza della fronte glaciale in ritirata. Questo lago allora poteva dunque comprendere verso monte anche soltanto una parte del Sebino odierno estendendosi però molto più a S entro l'anfiteatro della Franciacorta sino quasi a raggiungere la cerchia principale nell'insenatura di Torbiato.

Le acque di quel lago dovevano trovare sbarrata la via attuale dell'Oglio, tra Serànica (230) a destra e la Q. 235 a sinistra (fig. 8). Non c'era più neppure il burrone percorso dal Guerna e questo torrente sfociava presso villa Rocchetta su di un letto che da 217 (Molino Rudello) scendeva a 209 al ponte della strada provinciale, come attestano i terrazzi suoi.

Mentre il lago andava allargandosi a N per il ritrarsi dei ghiacci, allo sfogo delle sue acque si offrivano la via del Longherone e le bocche di Paràtico e di Vanzago, ma se tutte queste vie sono state abbandonate a favore di quella dell'Oglio se ne deduce che quest'ultima doveva fungere pur'essa da emissario, con un'incile a quota assai alta che poi è andato man mano approfondendosi.

Tra questi emissari la valle del Longherone è rimasta ancor oggi praticamente inalterata alle sue forme pre-würmiane; infatti aveva già una forte sezione d'uscita ed una pendenza assai lieve del fondo nel suo percorso attraverso la conca interna dell'anfiteatro rissiano, ossia l'acqua la percorreva a piccola velocità. Nell'anfiteatro minore, la valle di Vanzago, dotata di una serie di terrazzi d'erosione allo sbocco, è dolcissima all'incile e mostra nella conca di casc. Valle di non avere mai avuto morene würmiane a cordone: essa conteneva probabilmente un torrente durante l'acme würmiana ed è rimasta inalterata dal ritiro dei ghiacci in poi.

Invece la bocca di Paràtico è stata approfondita in una fase più tarda delle altre poichè vi fu secato lo scanno del lago ca-

taglaciale W di livello 213-214: esso lo aveva dunque potuto contenere almeno per qualche tempo. Insomma le bocche d'uscita del lago iniziale si riducono a 3: Longherone, Vanzago ed Oglio.

Sintantochè era attiva, colle altre, la bocca del Longherone il lago non poteva superare la quota 214 colle sue piene ed il livello medio si aggirava intorno a tale valore: da ciò ebbe origine il terrazzo più alto che si trova attorno al lago di Sàrnico e nell'anfiteatro. Ma l'Oglio, dovendo erodere soltanto uno sbarramento sottile di morena fresca incoerente, a valle del quale stava assai più in basso il vecchio letto interglaciale, secava rapidamente la soglia.

Il progressivo abbassarsi della quota d'uscita dell'Oglio portò al disseccamento della via di Vanzago (211) e poi del Longherone a 208, mentre cominciava a funzionare la piccola bocca di Paratico; l'inattività delle due vie suddette aumentò la portata dell'Oglio e quindi il suo potere erosivo. Le vicende suddette spiegano l'origine dei terrazzi che hanno quote intorno ai valori: 211, 208, 205. Si ebbe pure l'affioramento di un tratto di fondo lacustre pianeggiante tra Fosio, Castione e Sarnico cosicchè il corso del torrente Guerna si allungò ed andò a sfociare in lago presso il cimitero di Sàrnico.

La bocca di Paràtico pur divenendo sempre più attiva, come attesta il terrazzamento operato dalle sue acque nella valle di Puncine, non potè sostenere la concorrenza coll'Oglio sia per la differenza di portata sia perchè a quota 199 raggiunse una soglia di durissima arenaria sopracretacica. Intorno a questa quota vi fu dunque un'altra sosta del livello lacustre, che si avvalse della bocca di Paràtico soltanto come sfioratore delle massime piene. Da qui il terrazzo 197 che si trova con continuità attorno al lago di Sarnico e nell'anfiteatro della Franciacorta, ma probabilmente anche nel conoide di Castro, all'estremo N del lago, e quindi in tutto il Sebino.

Debellata anche la bocca di Paràtico, l'Oglio si arricchì di acque ed aumentò il suo potere erosivo facendo emergere lo scanno 197. Intanto il torrente Guerna la cui foce aveva avanzato dal Cimitero sino a Sarnico, abbandonò quella lunga via per aprirsene una più corta verso Fosio non appena l'incile del lago retrocesse ad E dell'attuale diga artificiale. In tal modo il Guerna rioccupava ciò che doveva essere stata già la sua via di sfogo interglaciale R-W, come del resto faceva l'Oglio stesso.

Considerazioni generali conclusive.

Se si dà uno sguardo d'insieme a quanto ho potuto ricostruire delle vicende pleistoceniche nel territorio sebino, appare un'immagine che diviene sempre più incompleta e nebulosa man mano che si tratta di avvenimenti più lontani nel tempo; come avviene d'altronde per tutta la geologia storica. La diminuzione di una trentina di metri del livello del lago sebino, avvenuta per successive tappe durante l'Olocene, ha reso possibile di spiegare il complicato gioco delle variazioni degli emissari. Le cerchie würmiane, pur essendo intatte ovunque eccetto alla gola dell'Oglio, non permettono già più di ricostruire con tanti particolari gli avvenimenti della glaciazione W.

I fenomeni avvenuti durante l'interglaciale R-W hanno potuto essere immaginati nel loro insieme ed anche le vicende della glaciazione R sono abbastanza palesi, poichè i residui di essa e dell'interglaciale successivo sono conservati in grandissima parte e coprono l'area maggiore del territorio, essendo stati poco distrutti sia dall'erosione sia dalla glaciazione seguente. Appunto per la grandissima estensione dell'anfiteatro rissiano è divenuto estremamente difficile ricostruire gli avvenimenti dell'interglaciale che lo ha preceduto, attraverso i lembi residui isolati ed i pochi punti ove l'erosione fluviale permette di vedere i terreni sottogiacenti.

La glaciazione Mindel, che appare alquanto nebulosa, ha coperto una superficie tanto vasta, all'esterno della rissiana, quale i vecchi autori mai immaginarono ed è solo per questo, e coll'aiuto delle tracce dei diversi laghi prodotti da quelle morene sbarrando le valli circostanti, che è stato possibile avere un'idea di quella glaciazione nonostante la demolizione quasi completa e l'alterazione profonda dei residui, operata dal tempo.

Infine per gli avvenimenti anteriori al Mindel, rimangono solo prove e tracce, note attraverso poche perforazioni, della esistenza di una glaciazione apparentemente meno estesa di quella mindeliana (e fors'anche della rissiana) ed il sospetto di un'altra possibile glaciazione precedente, la quale avrebbe seguito di poco l'emersione definitiva della pianura pedemontana dal mare pliocenico (*sensu lato*).

Tutte le ricostruzioni precedenti sono state fatte in base ad osservazioni locali e senza far ricorso ad ipotesi generali o con-

cetti ricavati in altri territori: ciò allo scopo di ottenere la massima obbiettività. Tuttavia sarebbe un cattivo metodo scientifico quello di mettersi i paraocchi, e quindi viene ora il tempo opportuno per svolgere alcuni confronti colle idee generali e con i risultati relativi ad altri distretti glaciali, anche per saggiare certi criteri di comune impiego che rischiano di divenire talora un pò troppo un' abitudine od un assioma.

Nel rilevamento dei terreni pleistocenici sebini ho ricercato non solo i limiti delle glaciazioni ma tutti gl' indizi delle fasi ed oscillazioni minori. Avevo in mento di riconoscere, se possibile, la suddivisione completa del Pleistocene in fasi, visto che avrebbe un grandissimo valore poter provare la generalità di queste suddivisioni, almeno in un sistema montuoso come le Alpi, glaciologicamente assai omogeneo.

La suddivisione delle « fasi » pleistoceniche è ormai indissolubilmente legata alla cronologia assoluta di MILANKOVITCH. Qualche anno fa, illustrando alcuni aspetti di quella dottrina (1) scrissi che, pur essendo i fenomeni studiati da MILANKOVITCH un complesso di fatti ormai indiscutibili sia nel loro insieme sia anche nei principali risultati quantitativi, è compito dei ricercatori sul terreno di studiare i particolari delle vicende pleistoceniche e di trovare le aberrazioni inevitabili rispetto alla teoria, ch' è fortemente schematica, in modo da stabilire un limite d'approssimazione delle vicende climatiche di M. valido regione per regione.

Nel territorio da me studiato l' ambiente più favorevole per tali indagini è apparso, come sempre, quello degli anfiteatri, ma le morene laterali dei monti attorno al Sebino hanno apportato anch' esse un contributo essenziale. In sostanza è risultato un ottimo accordo colle partizioni pleistoceniche introdotte da PENCK & BRÜCKNER e perciò anche colle maggiori suddivisioni delle curve di MILANKOVITCH. Quando però si vogliono ricercare le fasi minori, ossia la tripartizione del Würm e la bipartizione di ognuna delle precedenti glaciazioni, si trovano grandi difficoltà.

Le morene deposte da ogni glaciazione nell' ambiente sebino, si dividono in cerchie staccate e queste sono quasi sempre multiple cioè costituite da due o più cordoni addossati gli uni agli

---

(1) VECCHIA O. - L'insolazione terrestre e le glaciazioni pleistoceniche. - « A. XIV Congr. Geogr. Ital. », p. 337-40, Bologna, 1948.

altri a formare un festone nel quale i singoli cordoni sono più distinti alla estrema fronte dell'anfiteatro mentre si confondono in parte tra loro sui fianchi. In tali circostanze, dinotanti innumerevoli oscillazioni delle fronti glaciali, è impossibile distinguere quali di queste oscillazioni abbiano avuto importanza di « fase » ; infatti la statura dei cordoni è indice solo di maggior permanenza della fronte glaciale e non ha nulla a che fare coll'entità del ritiro precedente alla sua venuta; neppure la distanza tra le cerchie è in rapporto col ritiro. Quando non soccorrono fenomeni adiutori , quali depositi interfasali od altro, soltanto ragioni di probabilità inducono a supporre che cerchie distinte rappresentino fasi.

Nei depositi würmiani è stato possibile riconoscere due sole cerchie distanziate. Cacciamali (1907) aveva segnata würmiana anche la cerchia più avanzata di Nigoline ma si è visto che vi sono ragioni che si oppongono a ciò. Rimane la possibilità che una terza cerchia si trovi sotto l'acqua del lago, la cui morfologia subacquea é nota solo grossolanamente (Salmojraghi, 1898). Sulla cartina di Sacco (1936) è segnato bensì un supposto cordone subacqueo tra Galinarga e la punta SO del Monte Isola ma esso è puramente ipotetico, suggerito dalla forma del fondo. In realtà la grande sella subacquea ha dimensioni e forma incompatibili con quelle di una morena: essa corrisponde invece all'affioramento subacqueo del tenace muraglione di dolomia infraliassica ([1]).

Un indizio di oscillazione würmiana importante, anche se non dà luogo a cerchia distinta, è rappresentato dal 21° terrazzo, uno dei più appariscenti (v. tab. I a pag. 275), che nella conca di Sulzano è stato deposto dopo una lunga fase di erosione del terrazzo ad esso soprastante, anch'esso del W. Poco più a S, nella spianata tra Pilzone ed il Montècolo, lo stesso livello glaciale si tramuta in una piccola morena frontale ad anfiteatro, quasi alla quota del lago, che potrebbe anche essere l'inizio di un vero cordone o cerchia subacquea. Poichè a Pilzone il cordone ha già la stessa altitudine della cerchia di Clusane sul Lago, quel cordone non potrebbe continuarsi che sott'acqua, nel triangolo tra Iseo, Predore e Clusane.

Del resto non vi è dubbio che vi siano delle morene subacquee poichè una s'intravede: il ramo di lago al cui estremo sta

---

([1]) Vecchia O. - op. cit. a pag. 236.

Sarnico, ha acque pochissimo profonde; esaminandole dall'alto, sia dal Corno Pèndila sia dal Colle di Sarnico, si vede facilmente che un cordone subacqueo traversa quel braccio di lago tra le paludi ad E del punto 188 (Clusane) e la località Ciosasso (Sàrnico) cioè 2 km indietro dai cordoni di Paratico (v. fig. 8).

Nell'anfiteatro rissiano della Franciacorta si distinguono tre cerchie: quella più interna (di Grumi), che merita a stento il nome di cerchia per la sua esilità, quella duplice di Nigoline e quella principale, multipla e di statura assai maggiore delle altre. Quest'ultima è prodotta dal giustapporsi di diversi cordoni assai alti; dove la cerchia si riattacca ai monti laterali, cioè nei pressi d'Iseo e sui fianchi del Monte Alto, si rende manifesto che i cordoni maggiori sono due, vicinissimi e di eguali dimensioni: si può quindi affermare che la cerchia principale è sostanzialmente duplice. Ma anche qui sarebbe assai arbitrario voler riconoscere in ciò l'esistenza di un Riss I e di un Riss II: i due alti cordoni indicano soltanto due lunghe soste del ghiacciaio e non dicono nulla circa l'entità del ritiro intercorso tra esse, nè in questo caso potrebbe essere d'aiuto lo stato d'alterazione [1].

Infine bisogna riconoscere che potrebbero esservi state nell'anfiteatro altre cerchie rissiane, oltre le tre attuali, di poi spazzate o modificate dalla lingua glaciale würmiana. Di ciò è indizio il fatto che nell'anfiteatrino di Paràtico, ove le cerchie sono più addossate tra loro, le morene rissiane si riducono alla sola cerchia principale: le altre, se erano distinte, dovevano trovarsi nell'area dei depositi würmiani. Insomma nessuna valida prova permette di stabilire quante fasi ebbe il Riss sebino, se ve ne fu più d'una.

Per quanto riguarda il Mindel, è apparso chiaramente che vi furono due ondate d'invasione glaciale di cui almeno la seconda ebbe numerose soste ed oscillazioni (almeno 5-7), con interposto un periodo caratterizzato dall'esistenza di laghi marginali: coll'analisi dei residui fossili vegetali nei sedimenti lacustri si potrà forse stabilire in questo caso se vi fu un forte ritiro dei ghiacci. D'altra parte l'intervallo di tempo intercorso tra le due avanzate glaciali è stato tanto lungo (come appare dal fatto che

(1) Sul M. Alto vi è un fenomeno che potrebbe interpretarsi come interstadiale: il più alto livello rissiano sarebbe stato asportato in parte prima della deposizione di un secondo, più basso: ma poichè qui siamo già in vicinanza della fronte ciò non può dare alcun indizio circa la grandezza dell'eventuale ritiro.

i residui della prima sono stati asportati *completamente* quasi dappertutto mentre quelli della seconda sono assai diffusi e talora cospicui o ben conservati) che si può esitare a chiamare soltanto fasi le due venute di ghiaccio. In ogni caso anche per il Mindel rimane assai dubbio se vi furono due sole fasi o più, in quanto è possibile che vi siano state altre cerchie nella vasta area poi occupata dai ghiacciai più recenti.

In conclusione, tra i depositi morenici sebini non è possibile, coi mezzi odierni, stabilire la eventuale suddivisione delle glaciazioni di PENCK & BRÜCKNER in « fasi »; eppure l'anfiteatro morenico sebino è certo uno dei meglio conservati delle Alpi. Non posso dunque confermare le anticipazioni di VENZO (1949) circa le fasi in questo territorio.

Se si considerano invece le intere glaciazioni di PENCK & BRÜCKNER, la distinzione di esse, dopo lo studio fattone, mi pare sicura. Le differenze dell'alterazione litologica e/o della degradazione morfologica sono riconoscibili ovunque, dopo opportuno allenamento; poichè esse si osservano costantemente lungo tutto il lago d'Iseo sino almeno alla Val Camonica (ma è noto che sussistono anche in quella) ne consegue che i ritiri dei ghiacci negl'interglaciali debbono esser stati dell'ordine di quello in cui viviamo.

Ho affermato che la distinzione tra le glaciazioni è sicura ma occorre guardarsi dal ritenerla automatica e sopratutto limitare assai l'importanza del concetto di *facies*, che non può essere mai disgiunto dal criterio morfologico; perciò non si può attribuire significato cronologico invariabile a certe *facies* come « massi erratici », « ceppo » o « ferretto ». Nel mio territorio non solo il Pleistocene recente ma anche il Mindel è ben dotato di massi erratici, anche grossi. La cementazione del ceppo è limitata alla vicinanze dei corsi d'acqua: basta allontanarsi di poca dall'Oglio (o dall'ex-fiume Longherone) per trovare la ghiaia poco o nulla cementata; anche la presenza di lenti cementate nelle morene è legata soltanto alla percolazione di acque calcaree e non all'età. Il « ferretto », terreno che in buona parte è colluviale ed assai mobile, può essere assai irregolare nella sua distribuzione; circostanze varie possono asportarlo persino dal Mindel. Anche il suo colore dipende da condizioni strettamente locali [1].

---

[1] Però non è vera la credenza, appoggiata anche da PENCK, che il ferretto tipico manchi nel territorio pleistocenico sebino.

Il ferretto è abbondante sui depositi mindeliani ma ve ne può essere assai anche in certi luoghi rissiani e non manca neppure in ambiente del W. Ho mostrato che persino depositi lacustri dell'Olocene più antico sono ferrettizzati in superficie. Tutti questi fatti permettono di respingere l'ipotesi sinora accreditata, che il ferretto sia un suolo prodotto da un clima più caldo dell'attuale, che avrebbe regnato esclusivamente nell'interglaciale M-R: piuttosto questo terreno eluviale ha continuato e continua a formarsi, favorito fors'anche, ignoro sino a qual punto, dal clima mediterraneo della parte meridionale del lago Sebino, come appare dalla sua flora.

La distinzione sicura delle glaciazioni di PENCK & BRÜCKNER permette anche di confermare i risultati dei predecessori e degli studiosi di altri anfiteatri vicini (NANGERONI RIVA A. e VENZO) cioè che le glaciazioni M, R e W ebbero una dopo l'altra estensione sempre più ridotta mentre le precedenti Günz e Danubio (?) coprirono un'area minore del Mindel.

Però dovrebbe essere quasi inutile ricordare che le distanze tra le fronti moreniche non si possono conffrontare facilmente tra un anfiteatro e l'altro; neppure i rapporti tra tali distanze possono essere utilizzati in modo automatico, poichè il bilancio degli afflussi e dei deflussi può subire grandissime variazioni tra un sistema glaciale e l'altro col mutare del livello medio nivale. Già COZZAGLIO (1895) aveva messo in evidenza che nell'anfiteatro sebino la minima estensione delle morene del W si giustifica meglio tenendo conto che il ghiacciaio allora non riceveva più alcun contributo dalla Valtellina attraverso lo sfioratore dell'Aprica. Analogamente poteva avvenire tra le varie lingue diffluenti dello stesso ghiacciaio, cosicchè ad esempio quando il ghiacciaio del W, presso Castro, discese dal livello di circa 600 (acme) a quello di 400, cessò ogni apporto di ghiaccio alla lingua della Val Cavallina e quindi in questa possono esservi cerchie o cordoni meno numerosi che nella lingua principale od altri anfiteatri.

Un altro campo su cui ho cercato di raccogliere osservazioni è quello della formazione delle pianure fluvio-glaciali (fig. 21). L'anfiteatro sebino della Franciacorta si presta bene per ciò che le molte cerchie sempre più arretrate deposte dai ghiacciai sono state poco disturbate dai fiumi. Le aperture che servirono ai ruscelli singlaciali della cerchia principale rissiana sono ben indi-

viduate; davanti ad esse i bassi cordoni del M sono intatti, cioè non ricoperti da un'alluvione singlaciale rissiana bensì intaccati dall'erosione limitata lungo le vallette radiali dei singoli scaricatori; il poco deposito forma minuscoli piatti conoidi che sono ben lungi dal ricoprire il territorio mindeliano.

Invece in corrispondenza delle uscite dei due maggiori corsi d'acqua, Longherone ed Oglio, le cerchie M sono state rimaneggiate ed erose per settori più ampi, a valle dei quali iniziano i grandi conoidi alluvionali. In sostanza attorno alle cerchie mindeliane l'apporto di alluvioni fluvio-glaciali R è localizzato alle vicinanze dei due fiumi: il rimanente di questo territorio non ha ricevuto alluvioni ed è di origine mindeliana. Le fasi di deposizione e quelle di erosione sono state entrambe opera di veri fiumi incanalati e non dei numerosi piccoli rivi che fuoruscivano e traboccavano dalla cerchia del R quando essa era occupata dal ghiacciaio. Per questi motivi appare improprio identificare, come talora si è fatto, ogni fase di sosta e di avanzata del ghiacciaio con una pianura di costruzione singlaciale deposta in giro ai piedi del cordone morenico e raccordantesi con esso.

La cerchia principale del R si adagia sul territorio M «in discordanza», esista o no raccordo formale, e la pianeggiante fascia ondulata mindeliana intorno ad essa è interrotta solo in corrispondenza dei settori d'azione fluviale. Non trova conferma l'accenno di VENZO (1949) al raccordo della cerchia rissiana con una pianura singlaciale del Riss I°-II°.

Analogamente avviene per le cerchie del W. Nell'anfiteatro di Paràtico, la parte della cerchia würmiana ad O dell'Oglio posa in discordanza su una pianura rissiana, anche se morfologicamente non vi è alcun gradino che le separi; ad E dell'Oglio la cerchia del W si addossa quasi a quella del R ed i rapporti tra le due sono più evidenti sia per condizioni morfologiche sia per differenza di alterazione. Nell'anfiteatro della Franciacorta tutto il territorio pianeggiante esterno alla cerchia W più avanzata è rissiano sino ai piedi di essa (lasciando da parte i depositi lacustri olocenici) e non vi è alcuna alluvione singlaciale W che lo ricopra.

In sostanza, la «pianura» ossia la fascia di territorio esterna alla cerchia principale, si compone di varie parti diverse tra loro per età e per natura: (*a*) intorno alla cerchia vi è l'anfiteatro morenico mindeliano quasi spianato, intercalato dai settori d'e-

rosione dei fiumi cataglaciali ed interglaciali; essi costituiscono l'inizio dei (b) due grandi conoidi rissiani dell'Oglio e del Longherone separati tra loro da un cuneo di pianura M-R a S del Monte Orfano; (c) un'analoga superficie depressa M-R s'interpone ad E tra il conoide del Longherone e quello del Mella.

Infine occorre considerare il territorio della pianura in senso altimetrico. La gola del fiume Oglio è stata scavata quasi completamente nell'interglaciale R-W (fig. 15). Infatti alla latitudine di Credaro l'Oglio singlaciale del R max deponeva le sue alluvioni a 225 mentre il suo gradino del Würm è a 185; in questo intervallo di tempo il fiume si approfondì di 40 m, ma poco più a S (Capriolo) tra il terrazzo del Mindel I° e quello di alluvione singlaciale del R max. vi è dislivello di una dozzina di metri soltanto; si deve concludere che vi è stato un ringiovanimento fluviale dopo il max. del R mentre si può affermare che sostanzialmente non ve n'é stato durante il lunghissimo periodo precedente risalendo sino a prima del Mindel. Nel periodo successivo al max. W, quando l'Oglio rinnovato precipitava nella gola preesistente, esso ha scavato il suo letto solo di pochi metri sino ad oggi nonostante la grande velocità delle sue acque.

Il ringiovanimento dell'Oglio tra i massimi del R e del W (40 m) è sincrono di quello riscontrato da Venzo [1] all'Adda di Lecco (70 m) ove sarebbe cominciato già prima del R, e da Nangeroni nel Varesotto (200 m), ma l'entità, come indicano le cifre fra parentesi, andò diminuendo dall'O all'E della Lombardia. Invece l'Oglio non mostra ringiovanimento würmiano mentre Venzo afferma ch'esso fu di 40 m all'Adda e vi sarebbe stato anche nel Varesotto, compreso però nella cifra dei 200 m.

Non ho elementi per interpretare le vicende anteriori al Mindel eccetto quanto appare dai pozzi della fig. 17, che testificano l'emersione dal mare « pliocenico » del territòrio tra l'Oglio e Brescia nonchè l'accumulo su di esso di potenti alluvioni calcaree piuttosto grossolane. Questo movimento è avvenuto in modo da non disturbare la giacitura orizzontale delle argille « plioceniche » ai piedi delle colline tra l'Oglio e Brescia (pag. 316) ossia

---

(1) Venzo S. - Rilevamento geomorfologico dell'apparato morenico dell'Adda di Lecco - « A. Soc. Ital. Sci. Nat. », LXXXVII, Milano 1948.

I TERRENI PLEISTOCENICI GLACIALI SEBINI
(lago d'Iseo)
rilevati negli anni 1942-8
da
O. VECCHIA
isoipse ogni 50 metri
detrito di falda
coni di dejezione
brecce di falda cementate antiche e recenti
morenico praticamente non ferrettizzato (Würm)
morenico a superficie sbiancata o irregolarmente ferrettizzata (Riss)
morenico fortemente ferrettizzato (Mindel)
ciottoli e ferretto sparsi (Mindel)
massi erratici notevoli per la loro posizione
cordoni morenici
livello del lago: 185 metri s.l.m.
1000
aree palustri e torbose
argille e terreni lacustri (ritiro del W ed olocene)
sistema fluviale del ritiro del W ed olocene
depositi lacustri del Riss
pianure e coni fluvioglaciali del Riss
depositi lacustri del Mindel e Mindel-Riss
pianure fluvioglaciali del M
affioramenti di conglomerato a Cremignane e Timoline
affioramenti calcarei mesozoici isolati nell'anfiteatro
terrazzi fluviali
N.A.
0 1 2 3 4 5 km

si sono sollevate insieme almeno la prealpe colla pianura pedemontana [1].

Neppure il ringiovanimento del R-W ha disturbato le argille «plioceniche», inoltre esso è stato abbastanza piccolo da non alterare il profilo delle morene laterali sebine (fig. 19) ch'è in direzione ortogonale a quella della linea dei pozzi di fig. 17. In tal caso non è da escludere che si sia sollevata solo una striscia al margine tra collina e pianura contribuendo così alla formazione della conca lacustre sebina.

Riassunto.

Si riconoscono 2 glaciazioni recenti (W. e R.), i cui depositi sono in gran parte conservati e poco o nulla alterati, e 2 (o 3) glaciazioni del Pleistocene antico: M., G. (e D.?), delle quali rimangono solo residui assai alterati, quelli del M. essendo più abbondanti e conservando forme glaciali. I terreni fluvioglaciali più antichi ricoprono depositi marini pliocenici (o calabriani).

La distinzione dei depositi delle diverse glaciazioni appare sicura. La più estesa è stata terzultima (M.); le invasioni successive sono state vieppiù minori. In ogni glaciazione si riconosce una molteplicità di avanzate e di ritiri ma non si trovano dati per affermare una tripartizione del W. ed una bipartizione delle glaciazioni anteriori.

La pianura circostante è costituita di diverse parti aventi origini differenti. Le terrazze fluviali indicano un ringiovanimento dell'idrografia durante l'interglaciale R.-W.; del resto non vi è stato diastrofismo capace di dislocare i depositi glaciali a partire dal M. almeno.

Il lago d'Iseo, a partire dal W., si è abbassato di 30 m., a tappe, per le vicende dell'erosione della soglia, ed ha abbandonato un vecchio emissario. Durante le glaciazioni precedenti si erano formati alcuni laghi periferici di sbarramento, poi disseccati.

Uno studio statistico dell'alterazione dei depositi glaciali dà risultati concordi con quelli morfologici. La ferrettizzazione non è soltanto il prodotto di un clima caldo interglaciale del M.-R., poichè ha proseguito in parte persino in tempi olocenici.

---

[1] Non è possibile che il tutto abbia ruotato attorno alla linea di separazione tra monti e piano con innalzamento di questo e depressione della prealpe, poichè allora vi sarebbe stato invecchiamento nella parte montana dei fiumi e non produzione di ghiaie in massa.

Abstract.

In the morainic landscape of the Iseo lake several glaciations may be recognized. *Würm* and *Riss* are the more recent ones; their deposits are mostly well preserved and show little or no alteration. *Mindel*, *Günz* (and *Danube*?), pertaining to the Ancient Pleistocene, are represented by some altered remainders of which the mindelians are more abundant and maintain some morainic forms. The most ancient fluvio-glacial deposits cover pliocene (or calabrian) marine clays.

The attribution of the deposits to each glaciation appears to be safe. The most extended glaciation was the last but two (M.); the following ones were each time more restricted. Every glaciation comprised many advances and regresses, but there are no data to establish whether W. had three maxima and other glaciations two each.

The plain around the moraines comprises several parts of different origins. Fluvial terraces show a rejuvenation of the hydrography during the R.-W. interglacial; apart from that there is no appearance of tectonic events able to disturb the glacial deposits since M. at least.

The level of the Iseo lake, owing to its effluent's erosion, has lowered 30 m. since W. times; this happened by degrees and resulted in the abandonment of an older effluent river-bed. A few little drift-dammed lakes existed during the preceding glaciations all around the glacial tongues.

A statistic study of the moraine alteration agrees fully with the morphological results. The formation of « Ferretto » is not only a phenomenon of the warm-climate M.-R. interglacial because it has continued in some degree even in the Holocene.

BIBLIOGRAFIA

AMIGHETTI A., 1889 a - Osservazioni geologiche sul terreno glaciale dei dintorni di Lovere. « Atti soc. ital. sci. nat. ». XXXI. p. 267-76. Milano.

AMIGHETTI A., 1889 b - Nuove ricerche sui terreni glaciali dei dintorni del lago d'Iseo 164 pp. (Ghitti-Amighetti). Lovere.

BALTZER A., 1901 - Geologie der Umgebungen des Iseo-Sees. « Koken's geol. und Palaeontol. Abhdl. ». Bd. V. H. 2. 48 pp. e carta geol.. Jena.

CACCIAMALI G. B., 1906 - Rilievi geotectonici tra il lago d'Iseo e la val Trompia. « Comment. Ateneo Brescia » per il 1906. p. 44-64, Brescia.

CACCIAMALI G. B.. 1907 - L'anfiteatro morenico sebino. « Comment. Ateneo Brescia » per il 1907, p. 32-80. Brescia.

CACCIAMALI G. B., 1922 - Sulla impermeabilità del fondo e delle sponde dell'Oglio da Sarnico a Palazzolo. Allegato alla relazione illustrativa del progetto per il canale dall'Adda all'Oglio al Mincio etc. 28 pp.. Milano.

COZZAGLIO A., 1895 - Paesaggi di Valcamonica. Brescia.

COZZAGLIO A., 1915 - Nota preliminare sul sistema glaciale del lago di Garda. « Comment. Ateneo Brescia » per il 1914. pp. 140-155. Brescia.

COZZAGLIO A., 1928 - Per una storia geologica delle vallate prealpine. « Comment. Ateneo Brescia » per il 1927. p. 9-81. Brescia.

COZZAGLIO A., 1923 - Topografia neogenica e preglaciale di alcune regioni benacensi e trentine. « Atti Accad. Agiati di Rovereto ». IV. p. 63-102, Rovereto.

COZZAGLIO A., 1912-1937 - Carta idrogeologica della Pianura Padana: regione fra l'Adige ed il Serio. Scala 1: 200000. Min. dei LL. PP., R. Uff. Idrografico del Po (Ist. Arti Grafiche). Bergamo.

COZZAGLIO A., 1937 - L'origine postpliocenica della Valcamonica Inferiore. « Boll. Comit. Glaciol. Ital ». N. 17. p. 125-140, Torino.

COZZAGLIO A., 1939 - Foglio « Brescia » della Carta Geologica d'Italia. in scala 1 : 100000. edita dal R. Ufficio Geologico. Roma.

DESIO A., 1945 - Appunti ed osservazioni sul Glaciale della valle Seriana e della valle Cavallina (Bergamo). « Riv. Geogr. Ital. », A. 1945, 16 pp.. Firenze.

DE MORTILLET G., 1859 - Note géologique sur Palazzolo et le lac d'Iseo en Lombardie . « Bull. Soc. Géol. France », S. II, t. XVI. p. 888-905, Paris.

HAUPT H. O., 1938 - Die eiszeitliche Vergletscherung der Bergamasker Alpen. 110 p. (Trilitsch & Huther) Berlin.

HESS H., 1904 - Die Gletscher. pp. 370-375 (Vieger), Braunschweig.

LEVY F., 1915 - Die eiszeitliche Vergletscherung der Suedalpen zwischen Dora Riparia und Etsch. « Zs. f. Gletscherkunde ». IX, p. 306-48, Leipzig.

MAASKANT A., 1941 - De Geologie van het gebied tusschen het val Seriana en de M.te Guglielmo. 68 pp., (van Gorcum) Assen.

MOEBUS B., 1901 - Beitraege zur Kenntnis des diluvialen Ogliogletschers. Inaug. Diss., 28 pp. I carta (Wyss), Berna.

NANGERONI G., 1948 - Studi recenti sul morenico quaternario delle Alpi Italiane. « A. XIV Congr. Geogr. Ital. » p. 146-53, Bologna.

NANGERONI G., 1950 - Tre nuovi lembi di morenico Günz nelle Prealpi Lombarde. « Rend. Ist. Lombardo Sci. Lett. », LXXXIII, 8 pp., Milano.

PENCK & BRUECKNER, 1912 - Die Alpen im Eiszeitalter. Bd. III. Leipzig.

RASSMUSS H., 1912 - Zur Geologie der Vall' Adrara. « Zs. Deutsch. Geol. Ges. », LXV, Monatsber. N. 6, p. 325-6, Berlin.

SACCO F., 1894 - L'apparato morenico del lago d'Iseo. « Ann. R. Accad. Agricoltura », XXXVII, p. 367-423, con carta, Torino.

SACCO F., 1912 - Geoidrologia dei pozzi profondi della val Padana. « Ann. R. Accad. Agricoltura », LIV-LV, p. 1-287, Torino.

SACCO F., 1924 - Geoidrologia dei pozzi profondi della val Padana. « Min. Lav. Pubbl., Uff. Idrogr. Po », p. 1-31, Torino.

SACCO F., 1931 - Foglio « Treviglio » della Carta geologica d'Italia in scala 1 : 100000, ed. dal R. Uff. Geol., Roma.

SACCO F., 1933 - Geoidrologia dei pozzi profondi della val Padana. « Min. Lav. Pubbl., Uff. Idrogr. Po », Pubbl. N. 9, p. 1-532. Roma

SACCO F., 1936 - Il glacialismo lombardo, « L'Universo », XVII, N.i 8, 9, 10, 55 pag. e carte. Firenze.

SALMOJRAGHI F., 1885 - Le piramidi d'erosione ed i terreni glaciali di Zone. « Boll. Soc. Geol. Ital. », IV, p. 117-42 e fig., Roma.

SALMOJRAGHI F., 1897 - Formazioni interglaciali allo sbocco di val Borlezza nel lago d'Iseo. « Rend. Ist. Lombardo Sci. Lett. », XXX, p. 132-53. Milano.

SALMOJRAGHI F., 1898 - Contributo alla limnologia del Sebino, etc. « A. Soc. Ital. Sci. Nat. », XXXVII, 61 pp., Milano.

SALMOJRAGHI F., 1901 - Steatite nella dolomia principale del M. Bogno (lago d'Iseo). « A. Soc. Ital. Sci. Nat. », XL, 16 pp., Milano.

STOPPANI A., 1873 - Corso di Geologia. vol. II (Bernardoni) Milano.

VARISCO A., 1881 - Note illustrative della carta geologica della provincia di Bergamo, 130 pp. (Gaffuri). Bergamo.

VECCHIA O., 1949 - Alcuni appunti sul foglio « Brescia » della carta

geologica d'Italia. « Boll. Soc. Geol. Ital. », LXVII, p. 214-6, Roma.

VECCHIA O., 1948 - Rilevamento del Glaciale nella Conca Sebina (Lombardia). « Boll. Soc. Geol. Ital. », LXVI, p. 2-3, Roma.

VENZO S., 1945 - Rilevamento geomorfologico della val Cavallina a Sud del lago d'Endine (Bergamasco orientale) con particolare riguardo al Glaciale. « A. Soc. Ital. Sci. Nat. », LXXXIV, p. 57-97, con carta, Milano.

VENZO S., 1949 - Revisione del Glaciale nella bassa val Cavallina, etc. « A. Soc. Ital. Sci. Nat. », LXXXVIII, p. 79-182, Milano.

VENZO S., 1950 - Rinvenimento di *A. arvernensis* nel Villafranchiano dell'Adda di Paderno, di *A. meridionalis* e *Cervus* a Leffe. Stratigrafia e clima del Villafranchiano bergamasco. « A. Soc. Ital. Sci. Nat. », LXXXIX, p. 43-122, Milano.

ZACCAGNA D., 1912 - in: Relazione al R. Comitat. Geol. sui lavori eseguiti per la carta geologica nel 1910, etc. « Boll. R. Comit. Geol. Ital. » XLII, fasc. 2°, p. XXXVII, Roma.

INDICE

RIASSUNTO DEI CINQUE STUDI

G. Nangeroni

Il presente fascicolo comprende 5 lavori sul quaternario continentale.

Il primo è dovuto al Prof. Giuseppe Nangeroni e tratta dell'anfiteatro morenico del Verbano, oltre ad accenni sulle zone di contatto dei vicini anfiteatri morenici del Ceresio e del Lario.

Il secondo e il terzo sono dovuti ai Proff. Giuseppe Nangeroni e Roberto Pracchi e trattano delle formazioni moreniche situate nell'àmbito del Lago di Como e cioè lungo le due sponde estreme (orientale e occidentale), lungo le due sponde del triangolo montuoso interposto tra i due rami del Lario (ramo comasco, ramo lecchese), nella Vallassina e nella Valsàssina.

Il quarto, di pertinenza del Dott. Arturo Riva, avrebbe dovuto riguardare il vasto territorio compreso tra l'Adda e l'Olona, a sud del Lario. La messa a punto di detto lavoro, che verrà pubblicato in altra sede, è tuttora in corso e pertanto nel presente fascicolo si parla solo del morenico della valle di Rovagnate.

Il quinto è opera del Prof. Orlando Vecchia e tratta delle formazioni quaternarie nell'àmbito del Lago d'Iseo, sia di quelle che accompagnano le sponde del lago, sia di quelle che costituiscono l'anfiteatro morenico.

Lasciando ad Dott. Riva di trarre le conclusioni definitive allorchè pubblicherà per intero il suo lavoro, non si può fare a meno di rilevare come le opinioni sue divergono alquanto, in rapporto a taluni argomenti, da quelle degli altri tre rilevatori, mentre in rapporto a taluni altri concordano. Il fatto d'altra parte è spiegabile, diversi essendo gli ambienti rilevati, e non ricorrendo talvolta gli estremi per concretare giudizi veramente sicuri, data la piccola estensione del territorio qui descritto dal Dr. Riva.

Mi limiterò pertanto a riassumere qui le conclusioni cui sono arrivati gli altri tre rilevatori.

1. Per quanto riguarda le formazioni del quaternario nell'àmbito degli *anfiteatri morenici*, i due rilevatori Nangeroni e Vecchia, rispettivamente per la regione del Verbano e del Sebino, sono d'accordo nel riconoscere le testimonianze sicure delle

tre ultime glaciazioni (M., R., W.) in superficie; di più, Nangeroni trova nel profondo solco dell'Olona e confluenti anche tracce notevoli del morenico Günz, mentre il Vecchia lo rinviene solo in profondità, coperto dalle formazioni posteriori. Si nota una sempre maggior riduzione delle dimensioni degli anfiteatri dalla glaciazione M. alla W. Tracce sicure di fasi diverse per ogni glaciazione non vennero rinvenute. La differenza tra M. e R. è soprattutto data dalla diversa alterazione; tra R. e W., invece, essendo piccola la differenza del grado d'alterazione, è data dalla stratigrafia e dalla morfologia nel Verbano, prevalentemente dalla morfologia nel Sebino, oltre che dalla diversa provenienza (non più valtellinese nel caso del W. Sebino). In ambedue i casi, e per i piccoli corsi d'acqua, tra le cerchie W. prevale l'idrografia centripeta, tra le R. quella centrifuga. Il numero delle cerchie moreniche emergenti dal lago è piccolo (3 per il Riss, 2 per il Würm) nel Sebino, molto maggiore (5 e più nel Riss, 6 e più nel Würm) per il Verbano.

È riconosciuta in ambedue i casi una debole incisione di 10-20 m. da parte dei maggiori fiumi (Ticino, Olona, Oglio) nell'interglaciale M.-R.; forte, invece, nell'interglaciale R.-W. (100 metri per il Ticino, 40 per l'Oglio).

E in ambedue i casi si riconosce una diminuzione di superficie e di livello dei laghi Maggiore (circa 15-20 m.), Varese (15 m.), Iseo (30 m.), resa manifesta da strati di argille e sabbie recenti alla periferia, da delta recenti emersi, oltre che da linee di bassi terrazzi.

2. Per quanto riguarda le morene (emergenti) nell'àmbito propriamente dei laghi, cioè *situate lungo i versanti*, i tre rilevatori (Nangeroni, Pracchi, Vecchia) sono concordi nelle seguenti conclusioni.

Scendendo dai versanti verso lo specchio dei laghi, in linea generale, si osserva: morenico sparso, scheletrico, spesse volte anche molto ferrettizzato, in alto; morenico in tipici cordoni, poco sotto; morenico prevalentemente a terrazzi più sotto ancora. Il collegamento, effettivamente osservato nell'àmbito del Verbano e del Sebino, probabilmente esistente anche nell'àmbito del Lario, (sempre limitatamente alla regione montagnosa prealpina) induce i rilevatori a ritenere che il morenico più alto (sparso o ferrettizzato) sia da collegare al morenico più esterno degli anfiteatri, e perciò al Mindel; che i cordoni morenici più elevati siano da collegare alle cerchie rissiane più esterne, e che i ter-

razzi più bassi siano da collegare alle cerchie würmiane. Qui vi è solo discrepanza di limiti tra i rilevatori; perchè mentre il Vecchia per il Sebino ritiene che solo i terrazzi più bassi siano da attribuire al Würm, Nangeroni e Pracchi per il Lario ritengono che siano würmiani quasi tutti i terrazzi sottostanti alla fascia dei cordoni morenici, fascia che talora è doppia; e purtroppo la stratigrafia non aiuta.

In ogni caso, unendo idealmente e distintamente i punti del morenico più elevato e dei cordoni morenici più elevati si ottengono due linee che digradano regolarmente dall'interno all'esterno della fascia prealpina, salvo variazioni estremamente piccole e secondarie; e ciò valga collegando, fin dove è possibile, anche i terrazzi.

Ciò dimostra che dal Mindel fin dopo il Würm non si ebbero invertimenti tettonici nè dislocamenti particolari di masse e che i sollevamenti intervenuti hanno interessato più o meno uniformemente tutta la regione dei laghi esaminati.

GIUSEPPE NANGERONI

Résumé.

Ce fascicule contient 5 articles sur les Quaternaire.

Le premier (dont l'auteur est M. Nangeroni) traite de l'amphitèâtre morainique du Verbano et donne aussi des renseignements sur les zones de contact, proches du Verbano, des amphithéâtres morainiques du Ceresio et du Lario.

Le deuxième et le troisième (rédigées par MM. Nangeroni et Pracchi) traitent des formations morainiques placées autour du lac de Como, à savoir, le long des deux bords extérieurs (oriental et occidental), le long des deux bords du triangle montueux formé par les deux bras du Lario (bras de Como, bras de Lecco) dans la Vallassina et dans la Valsàssina.

Le quatrième article ècrit par M. Arturo Riva, aurait dû traiter le vaste territoire entre l'Adda et l'Olona au sud du Lario.

La mise au point de ce travail, qui sera publié ailleurs, n'ètant pas encore achevée, le sujet traité dans ce fascicule ne concerne que le morainique du Val de Rovagnate.

Le cinquième (rédigé par M. Vecchia) traite des formations du quaternaire autour du lac d'Iseo, des formations qui suivent les bords du lac et de celles qui forment l'amphithéâtre morainique.

En laissant à M. Riva la tâche de fixer ses conclusions définitives lors de la parution intégrale de son travail, il est toutefois nécessaire de souligner ici le fait que ses opinions ne correspondent pas, par rapport à quelques aspects de la discussion, avec celles des autres chercheurs. D'autres opinions coïncident, au contraire, parfaitement.

Les lieux examinès par les chercheurs étant différents et des jugements sûrs ne pouvant pas être rendus d'une façon absolue, faute de données communes, cette divergence peut facilement s'expliquer.

Je me bornerai à résumer ici les conclusions des autres chercheurs.

1) Pour ce qui concerne les formations du quaternaire autour des amphithéâtres morainiques, les deux auteurs MM. Nangeroni et Vecchia respectivement pour la région du Verbano et du Sebino sont d'accord en reconnaissant des témoignages certains des trois dernières périodes glaciaires (M., R., W.) en surface. En plus, M. Nangeroni découvre dans le profond sillon de l'Olona et des confluents des traces assez nettes du morainique Günz, tandis que M. Vecchia ne le retrouve qu'en profondeur, couvert des formations postérieures. On rémarque une réduction toujours plus grande des dimensions des amphithéâtres de la période glaciaire M. à W. Des traces sûres de phases diffèrentes n'ont pas été découvertes. La différence entre M. et R. est due surtout à la différente altération. Entre R. et W., au contraire (la différence du degrè d'alteration étant pétite) la différence est due à la stratigraphie et à la morphologie dans le Verbano, à la morphologie dans le Sebino, outre qu'à la provenance différente (qui n'est plus de la Valtellina, dans le cas du Sebino). Dans les deux cas et pour les petits ruisseaux, entre les cercles W. c'est l'idrographie centripète qui domine; entre les cercles R., celle centrifuge. Le nombre des cercles morainiques qni émergent du lac est petit (3 pour le Riss, 2 pour le Würm) dans le Sebino, bien plus grand (5 dans le Riss, 6-7 dans le Würm) pour le Verbano.

On remarque dans les deux cas une faible incision de 10-20 m. par les plus grands fleuves (Tessin, Olona, Oglio) dans la période interglaciaire M.-R. ; l'incision est plus forte, au contraire, au cours de la période interglaciaire R.-W. (100 m. puur le Tessin, 40 pour l'Oglio).

On remarque aussi, toujours dans les deux cas une diminution de surface et de niveau des lacs Majeur, de Varese, d'Iseo; cette diminution est bien visible à cause des couches d'argile et de sables récents à la périphérie, des deltas récents émergés et enfin, des lignes de bas plateaux.

2) Pour ce qui concerne les moraines (émergées) autour des lacs, c'est-à dire placées le long des versants, les trois auteurs conviennent sur les considérations suivantes.

En descendant des versants vers les lacs on trouve, en général du morainique épars, squelettique, souvent très feretisé aussi, en haut; en bas, du morainique cordonnè; plus en bas du morainique presque toujours en terrasses. La jonction, effectivement remarquée dans le Verbano et dans le Sebino et qui existe probablement aussi dans le Lario, consent aux auteurs de présumer que le morainique le plus haut (épars ou feretisé) soit lié au morainique plus extérieur des amphithéâtres et pourtant au Mindel; que les cordons morainiques plus élevés soient liés à l'enceinte rissienne la plus extérieure, et que les plateaux les plus bas doivent être attribués au Würm. Sur cette question il n'y a que des discordances de détail; car, tandis que M. Vecchia pour le Sebino croit que ce ne sont que les terrasses les plus basses qu'il faut attribuer au Würm, MM. Nangeroni et Pracchi pour le Lario présument que même les plateaux inférieurs à la ligne (parfois double) des cordons morainiques soient würmiens. Malheureusement la stratigraphie n'aide pas le recherches.

De toute façon, en reliant idèalement les points du morainique le plus élevé et des cordons morainiques les plus èlevés, on obtient deux lignes qui descendent regulièrement en aval, quelques variations extrêmement petites et secondaires exceptuées. Et cela vaut aussi en reliant, tant qu'il est possible, les terrasses.

Ceci explique que dès le Mindel jusqu'après le Würm, on n'a eu ni de renversements tectoniques particulières de masses et que les soulevemenls survenus ont interessé d'une façon plus ou moins uniforme toute la région des lacs examinés dans ces études.

Summary.

This number includes five articles about the quaternary period.

The first is by prof. Giuseppe Nangeroni and deals of the morainic amphitheatre of Verbano and mentions also the zones of contact of the near moranic amphitheatre of Ceresio and Lario.

The second and the third are by prof. Giuseppe Nangeroni and prof. Roberto Pracchi and concern the morainic formations situated within the area of Lake Como, that is along its two extreme shores (eastern and western), along the two banks of the hilly triangle placed between the two branches of Lario (the branch of Como and the one of Lecco), in Vallassina and in Valsàssina.

A fourth paper, due to Dr. Arturo Riva, shoul have concerned the territory between the river Adda and Olona, south of Lario.

This study, which will be published in another review, is till to be finished in some details and therefore this number considess the morainic of Rovagnate Valley only.

The fifth is by prof. Orlando Vecchia and concerns quaternary formations within the limits of Lake Iseo, the ones along the banks of the Lake and the ones which form the morainic amphitheatre.

The final conclusions will be reached by Dr. Riva when he publishes his study; however we cannot help considering how his opinions are rather different from the other scholars' in some points, while agree in other points.

The fact may be explained, because different were the places studied, and not always all the same elements may be found in order to come to definite conclusions.

I shall therefore limit myself to sum up the conclusions reached by the three other scholars.

1) As for the formations of the quaternary period within the limits of the morainic amphitheater, prof. Nangeroni and prof. Vecchia, the former for the region of Verbano and the latter for Sebino, agree in recognizing sure evidence of the three last glaciations (M., R., W.) on the surface; besides prof. Nangeroni also finds remarkable traces of the morainic Günz in the deep furrow of the Olona and confluents, while prof. Vecchia only finds it deep in the earth covered by later formations. A progressive reduction in the sizes of the amphitheatre from glaciation M. to W. is noted. Sure evidence of the different phases for each glaciation were not found. The difference between M. and R. is chiefly given by the different alteration; between R. and W., on the contrary, being the difference of these alteration little, the difference is given by the stratigraphy and by the morphology for Verbano, chiefly by the morphology for Sebino, and the dif-

ferent origin as well (no more from Valtellina in the case of W. Sebino). In both cases, and for small brooks among the circles W. centripetal hydrography prevails, among the R. centrifugal hydrography prevails. The number of morainic circles that emerge from the lake is small (3 for Riss, 2 for Würm) in Sebino, larger for Verbano (more than five in Riss, more tan six in Würm).

In both cases a slight out of 10-20 meters is recognized due to the greater rivers (Ticino, Olona, Oglio) in the interglacial M-R; which becames deep, on the contrary, in the interglacial R-W (100 meters for the Ticino and 40 meters for the Oglio).

A diminution of the surface and level of lake Maggiore (abouth 15 to 20 meters) Varese (15 m.) Iseo (30 m.) is recognized in both cases, made evident by strata of clay and sands recently formed, by delta recently come out and by lines of low terraces as well.

2) As for the moraines in the area of the lakes, that is situated along the slopes, the three geographers agree on tho following conclusions.

Descending from the slopes towards the shore of the lakes generally we can observe: scattered skeletal moraines often also of a very dark iron color at the top; morainic in typical cords, little below; moranic prevalently in terraces further below. A connection thoroughly observed within te limits of Verbano and Sebino, and probably existing within the limits of Lario too, leads the geologist in question to think that the higher morainic is to be connected with the outer moranes of the amphitheatres and, for this reason, to Mindel; that the higher morainic cords must be connected withe inner rissian circle; and that larger terraces must be connected with würmian circles. At this point those geologists disagree in stating the limits; because, while prof. Vecchia for Sebino thinks that only the lowest terraces must be ascribed to Würm, prof. Nangeroni and Pracchi for Lario think that almost all the terraces under the line of morainic cords are würmian, a line that sometimes is double, and unfortunately stratigraphy does not help very very much in this case.

Anywoy if we idealiy and distinctly connect the point of the highest moraines and the highest morainic cords, we get two lines which regularly descends from the mounts to the valleys, except very little and secondary changes; the same if we connect, as far as possible, the terraces.

This shows that from Mindel till after the Würm we had no particular inversion nor displacements of masses and that the liftings that happened have interessed more or less uniformly all the region of the lakes examined.

Zusammenfassung.

Das vorliegende Heft enthält fünf Arbeiten über das Quartär.

Der erste Aufsatz, von Prof. Giuseppe Nangeroni, behandelt den Moränenwall des Lago Maggiore. Anschliessed gibt Vf. einige Andeutungen über die Grenzgebiete der Moränenwälle am Luganersee und am Comersee.

Der zweite und der dritte Aufsatz, eine gemeinsame Arbeit der Professoren Giuseppe Nangeroni und Roberto Pracchi, befassen sich mit den Moränenformationen am Comersee, die sich längs des Ost- und Westufers des nördlichen Seearmes (ramo di Colico), längs der zwei Uferlinien des die beiden südlichen Arme des Sees (ramo di Como und ramo di Lecco) voneinander trennenden dreieckingen Berglandes, in der Vallassina und in der Valsàssina vorfinden.

Der vierte Beitrag, von Dr. Arturo Riva, hätte das weite Gebiet südlich vom Comersee, vom Lauf der Adda bis zur Olona, behandeln sollen. Da jedoch die vollständige Ausarbeitung dieses Aufsatzes noch einige Zeit erfordern wird, soll er später an anderer Stelle erscheinen. Einstweilen wird in diesem Hefte nur jener Teil abgedruckt, der sich mit dem Moränenland im Rovagnatetal beschäftigt.

Die fünfte Arbeit, von Prof. Orlando Vecchia, behandelt die Quartärformationen im Gebiet des Lago d'Iseo, wobei sowohl die längs der Seeufer verlaufenden als auch die den eigentlichen Moränenwall bildenden Schichtfolgen berücksichtigt werden.

Indem wir es nun Dr. Riva überlassen, bei der Veröffentlichung der vollständigen Arbeit aus seinen Untersuchungen die endgültigen Schlussfolgerungen zu ziehen, können wir doch nicht umhin, darauf hinzuweisen, dass seine Ansichten in einigen Punkten von denen der drei anderen Beobachter etwas abweichen, während erklärlich, wenn man bedenkt, dass es sich um verschiedene Geländeabschnitte handelt und das in vielen Fällen nicht einmal die Möglichkeit besteht, beschränken müssen, die Schlussfolgerungen der drei anderen Beobachter.

1. Wass die Quartärformationen im Umkreis der Moränenwälle betrifft, so sind die beiden Beobachter Nangeroni und Vecchia, für das Gebiet des Lago Maggiore, beziehungsweise für das des Lago d'Iseo, darin einig, in der Oberflächenbildung die sicheren Zeugnisse für die drei letzten Eiszeiten (M., R., W.) zu erkennen. Ausserdem hat Nangeroni in der tiefen Furche der Olona und ihrer Nebenflüsse auch bedeutende Spuren von Günz-Moränen feststellen können, während sich in dem von Vecchia erforschten Gebiete solche nur tief unter der Erdoberfläche, überschichtet von späteren Formationen, vorfinden. Im Uebergang von der M. — zur W. — Zeit ist ein immer grösserer Rückgang im Ausmass der Moränenwälle zu beobachten. Sichere Anzeichen für das Vorhandensein verschiedener Phasen in den einzelnen Eiszeiten haben sich nicht feststellen lassen. Der Unterschied zwischen M. und R. besteht hauptsächlich in dem verschiedenen Grade der Veränderungen des Erdbodens. Da hingegen zwischen R. und W. die Veränderungen relativ gering sind, besteht der Unterschied im Gebiete des Lago Maggiore in der Stratigraphie und in der Morphologie, im Gebiet des Lago d'Iseo vornehmlich in der Morphologie und ausserdem in dem verschiedenen Herkunftsgebiet (im W. des Lago d'Iseo nicht mehr aus dem Veltlin). In beiden Fällen (das gleiche gibt auch für die kleineren Flussläufe) herrscht in den W.-Moränen die zentripetale, in den R.-Moränen die zentrifugale Hydrographie vor. Die Zahl der Moränenwälle, die sich im Umkreis des Lago d'Iseo über den Spiegel des Sees erhebens ist gering (3 für die Risszeit, 2 für die Würmzeit); viel grösser dagegen im Umkreis des Lago Maggiore (5 und darüber für die Risszeit, 6 und darüber för die Würmzeit).

In beiden Fällen lässt sich in den Schichten der Zwischeneiszeit M.-R. ein leichter Einschnitt von 10-20 m Tiefe beobachten, der auf die Erosionstätigkeit der grösseren Flüsse (Tessin, Olona, Oglio) zurückzuführen ist. Viel tiefer ist dagegen der Einschnitt in den Schichten der Interglazialzeit R.-W.: 100 m für den Tessin, 40 für den Oglio.

In beiden Fällen lässt sich auch eine Abnahme Oberfläche und eine Senkung des Wasserspiegels der Seen beobachten: von 15-20 m für den Lago Maggiore, von 15 m für den Lago di Varese, von 30 m für den Lago d'Iseo. Diese Senkung ist an der Peripherie aus der Bildung der jüngerer Lehm- und Sandschichten, aus den in jüngerer Zeit hervorgetretenen Flussdeltas, sowie sua dem Verlauf der jüngeren Terrassen reihe zu erschliessen.

2. Was die Oberflächemoränen, im unmittelbare Umkreis der Seen, d. h. die Moränen, die längs der Gebirgshänge verlaufen, betrifft, so sind die drei beobachter zu folgenden Resultaten gelangt:

wenn man vom Gehänge zu den Seeufern herabsteigt, ist im allgemeinen folgende Schichtung zu beobachten: in der Höhe einzelne ausgewaschene, oft auch stark ferrettisierte Moränenbildungen; etwas weiter unten typisch geformte Moränenzüge; noch tiefer vorherrschende Terrassenbildung. Die Verbindung, die im Umkreis des Lago Maggiore und des Lago d'Iseo noch jetzt festgestellt werden konnte und wahrscheinlich einst auch im Gebiete des Comersees bestand, hat die Beobachter zur Annahme geführt, dass die höheren vereinzelten oder ferrettisierten Moränenbildungen mit dem äussersten Kreise der Moränenwälle zusammenhängen und daher auf die Mindelzeit zurückgehen, während die höheren Moränenzüge mit dem äussersten Kreise des Riss und die tierferliegenden Terrassen mit dem Würm in Verbindung zu bringen sei. Hier gehen die Meinungen der Beobachter nur hinsichtlich des Umfanges der einzelnen Zuweisungen auseinander. Während Vecchia für das von ihm durchforschte Gebiet des Iseosees die Ansicht vertritt, dass nur die untersten Terrassen der Würmzeit zuzuweisen seien, möchten Nangeroni und Pracchi für das Gebiet des Comersees fast alle Terrassen, die tiefer liegen als die manchmal doppelte Linie der Moränenzüge, auf die Würmzeit zurüchführen. Leider bietet die Stratigraphie für die Lösung dieser Frage keinerlei Anhalt.

Jedenfalls erhält man, wenn man sich die einzelnen Punkte der höchstgelegenen Moränenbildungen mit den höchstgelegenen Moränenzügen verbunden denkt, zwei Linien, die stetig in der Richtung von Berg zu Tal verlaufen, abgesehen von einigen kleineren, unbedeutenden Abweichungen. Das Gleiche gibt auch für die Terrassen, wenn man sie, soweit es möglich ist, miteinander verbindet.

Aus allen diesen Beobachtungen geht hervor, dass von der Mindelzeit bis über die Würmzeit keine besonderen tektonischen Senkungen und Dislokationen von Gesteinsmassen stattgefunden haben und dass die jeweiligen Hebungen des Erdbodens mehr oder weniger in gleicher Weise das ganze Gebiet der bezeichneten Seen mit betroffen haben.

SUNTO DEL REGOLAMENTO DELLA SOCIETÀ

(Data di fondazione: 15 Gennaio 1856)

Scopo della Società è di promuovere in Italia il progresso degli studi relativi alle scienze naturali.

I Soci possono essere in numero illimitato: *annuali*, *vitalizi*, *benemeriti*.

I *Soci annuali* pagano L. 2000 all'anno, *in una sola volta, nel primo bimestre dell'anno, e sono vincolati per un triennio.* Sono invitati particolarmente alle sedute (almeno quelli dimoranti in Italia), vi presentano le loro Memorie e Comunicazioni, e ricevono gratuitamente gli Atti e le Memorie della Società e la Rivista *Natura.*

Chi versa Lire 20000 una volta tanto viene dichiarato *Socio vitalizio.*

Sia i soci *annuali* che *vitalizi* pagano una quota d'ammissione di L. 100.

Si dichiarano *Soci benemeriti* coloro che mediante cospicue elargizioni hanno contribuito alla costituzione del capitale sociale o reso segnalati servizi.

La *proposta per l'ammissione d'un nuovo Socio annuale o vitalizio* deve essere fatta e firmata da due soci mediante lettera diretta al Consiglio Direttivo.

Le rinuncie dei Soci *annuali* debbono essere notificate per iscritto al Consiglio Direttivo almeno tre mesi prima della fine del 3° anno di obbligo o di ogni altro successivo.

La cura delle pubblicazioni spetta alla Presidenza.

Tutti i Soci possono approfittare dei libri della biblioteca sociale, purchè li domandino a qualcuno dei membri del Consiglio Direttivo o al Bibliotecario, rilasciandone regolare ricevuta e con le cautele d'uso volute dal Regolamento.

Gli Autori che ne fanno domanda ricevono gratuitamente *cinquanta* copie a parte, con *copertina stampata*, dei lavori pubblicati negli *Atti* e nelle *Memorie*, e di quelli stampati nella Rivista *Natura.*

Per la tiratura degli *estratti*, oltre le dette 50 copie, gli Autori dovranno rivolgersi alla Tipografia sia per l'ordinazione che per il pagamento. La spedizione degli estratti si farà in assegno.

INDICE DEL FASCICOLO I-II

Nel licenziare le bozze i Signori Autori sono pregati di notificare alla Tipografia il numero degli estratti che desiderano, oltre le **50** *copie concesse gratuitamente dalla Società.*
Il listino dei prezzi per gli estratti degli **Atti** *da pubblicarsi nel 1954 è il seguente:*

COPIE	25	30	50	75	100
Pag. **4**	L. 400.–	L. 500.–	L. 700.–	L. 1000.–	L. 1200.–
» **8**	» 700.–	» 800.–	» 1000.–	» 1350.–	» 1600.–
» **12**	» 1000.–	» 1150.–	» 1400.–	» 1700.–	» 2000.–
» **16**	» 1200.–	» 1300.–	» 1700.–	» 2000.–	» 2400.–

NB. - **La coperta stampata viene considerata come un 1/3 di foglio.**

Per deliberazione del Consiglio Direttivo, le pagine concesse gratis a ciascun Socio sono **8** *per ogni volume degli* Atti *o di* Natura.

Nel caso che il lavoro da stampare richiedesse un maggior numero di pagine, queste saranno a carico dell'Autore. La spesa delle illustrazioni è pure a carico degli Autori.

I vaglia in pagamento delle quote sociali devono essere diretti esclusivamente al **Dott. Edgardo Moltoni,** *Museo Civico di Storia Naturale, Corso Venezia, 55, Milano.*